



MAESTRÍA EN INGENIERÍA DE TELECOMUNICACIONES Y NETWORKING

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

DISEÑO DE UN SISTEMA INTEGRADO DE COMUNICACIONES PARA LA
GESTIÓN Y OPERACIÓN DEL SERVICIO PÚBLICO DE TRANSPORTE
TERRESTRE APLICADO A UN ULTERIOR CORREDOR VIAL EN LA CIUDAD DE
CHICLAYO

PRESENTADO POR:

LESLIE CHRISTIAN FARRO CHIRINOS

PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE:

MAESTRO EN INGENIERÍA DE TELECOMUNICACIONES Y NETWORKING

ASESOR: CARLOS RODRÍGUEZ VILCARROMERO

LIMA – PERÚ

2021

Dedico este trabajo de investigación a Jesús, a la Virgen María, por darme el apoyo, la fuerza y la fe a seguir adelante junto con mi familia.

A mis queridos padres, con amor a mi querida esposa Isela y a mis queridos hijos Jorge y Ángel de los que me siento orgulloso, quienes me brindaron el apoyo y estímulo en la culminación de este trabajo.

Agradecimiento

Deseo expresar mi agradecimiento a mi asesor Mg. Carlos Rodríguez Vilcarromero por su compromiso y conocimientos transferidos que me ha brindado en este trabajo de investigación; de igual manera agradezco a los funcionarios de la Municipalidad Provincial de Chiclayo, Subgerencia de Tránsito y Seguridad Vial, por haberme brindado las facilidades para el desarrollo de este trabajo.

Resumen

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo diseñar un sistema integrado de comunicaciones para la gestión y operación del servicio público de transporte terrestre aplicado a un ulterior corredor vial en la ciudad de Chiclayo.

La utilización de una plataforma de comunicaciones de tecnología avanzada en los sistemas de transporte terrestre moderno que cuentan con centros de control y sistemas inteligentes, servirá como punto de partida para futuras investigaciones a favor del mejoramiento del servicio de transporte en el ámbito urbano fomentando el uso del transporte público frente al vehículo privado, que responda mejor a las necesidades del usuario; pudiendo implementarse en las demás capitales de departamento nuevas líneas con similares características a mediano plazo.

Este trabajo plantea brindar conectividad en cada estación de autobús, diseñado mediante anillos de fibra óptica para la prestación de servicios a lo largo de la ruta vial establecida, tales como de recaudo (mediante lectora de tarjeta inteligente), control de la temporización semafórica, y sistemas de video vigilancia, los cuales serán gestionados desde un centro de control y gestión de las redes de transmisión de datos.

La metodología empleada desarrolla el enfoque cualitativo, con diseño fenomenológico.

Según los resultados obtenidos en este proyecto, permitirá contribuir en tener un menor impacto ambiental posible en relación a las emisiones contaminantes, impacto visual, emisiones de ruido, en reducir los altos índices de congestión vehicular, siendo un referente en el ordenamiento del transporte en la ciudad de Chiclayo.

Palabras claves: Sistema integrado de las redes, conectividad de redes de servicios, centro de control y gestión, red de fibra óptica, red de transmisión de datos, transporte terrestre masivo.

Abstract

The present research work aims to design an integrated communication system for the management and operation of the public land transport service applied to a subsequent road corridor in the city of Chiclayo.

The use of an advanced technology communications platform in modern land transport systems that have control centers and intelligent systems will serve as a starting point for future research in favor of the improvement of the transport service in urban areas by promoting the use of public transport versus private vehicle, which better responds to user needs; new lines with similar characteristics can be implemented in the other department capitals in the medium term.

This work proposes to provide connectivity in each bus station, designed through fiber optic rings for the provision of services along the established road route, such as collection (by means of a smart card reader), traffic light timing control, and video surveillance systems, which will be managed from a network management and control center transmission networks.

The methodology used develops the qualitative approach, with a phenomenological design.

According to the results obtained in this project, it will make it possible to contribute to having the lowest possible environmental impact in relation to polluting emissions, visual impact, noise emissions, in reducing the high rates of congestion, being a benchmark in the ordering of transport in the city from Chiclayo.

Keywords: Integrated network system, service network connectivity, control and management center, fiber optic network, data transmission network, massive land transport.

Índice de Contenidos

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento	iii
Resumen	iv
Abstract.....	v
Índice de Contenidos	vi
Indice de Tablas.....	xi
Indice de Figuras	xii
Capítulo I. Planteamiento del Problema	1
1.1 Situación Problemática.....	1
1.1.1 Antecedentes.	2
1.2 Preguntas de Investigación	5
1.2.1 Pregunta general.....	5
1.2.2 Preguntas específicas.	5
1.3 Objetivos de la Investigación	5
1.3.1 Objetivo general.	5
1.3.2 Objetivos específicos.	6
1.4 Justificación de la Investigación.....	6
1.4.1 Justificación técnica.	6
1.4.2 Justificación social.	6
1.5 Alcances y Limitaciones de la Investigación	7
1.5.1 Alcances.	7
1.5.2 Limitaciones.	7
Capítulo II. Marco Teórico.....	8
2.1 Antecedentes de la Investigación	8

2.1.1 Antecedentes internacionales.	8
2.1.2 Antecedentes nacionales.	9
2.2 Bases Teóricas	10
2.2.1 Interconexión de redes.	10
2.2.1.1 Características y arquitecturas de las redes.....	10
2.2.1.2 Medios de transmisión físicos.....	12
2.2.1.3 Topologías.	13
2.2.1.4 Recomendación UIT-T G.8032.	14
2.2.1.5 Ethernet óptico.....	15
2.2.2 Sistemas de red para videovigilancia IP.....	15
2.2.2.1 Cámaras IP.....	16
2.2.3 Sistema de red para control semafórico.	22
2.2.3.1 Semáforo.....	23
2.2.3.2 Controlador local.	27
2.2.4 Sistema de red de recaudo.....	28
2.2.4.1 Tarjeta inteligente sin contacto de medio de pago.....	29
2.2.4.2 Torniquete (o Molinete).....	30
2.2.4.3 Validador de medio de pago.	31
2.2.4.4 Máquina automática de venta y recarga de tarjetas.	32
2.2.5 Productos utilizados en la red de transmisión de datos.....	33
Capítulo III. Metodología	38
3.1 Enfoque, Alcance y Diseño	38
3.2 Matrices de Alineamiento.....	38
3.2.1 Matriz de consistencia.....	38
3.2.2 Matriz de operacionalización de variables.	38

3.3 Población y Muestra	39
3.4 Técnicas e Instrumentos	39
3.5 Aplicación de Instrumentos	40
Capítulo IV. Resultados y Análisis	41
4.1 Situación Actual de la Red Vial y del Transporte en la Ciudad de Chiclayo.....	41
4.1.1 Situación actual de la red vial.	41
4.1.2 Oferta del transporte público.....	42
4.2 Propuesta de Red del Sistema Integrado de Comunicaciones.....	44
4.2.1 Visión del proyecto desde la perspectiva de la red de fibra óptica.	44
4.2.2 Visión del proyecto desde la perspectiva de la red de datos MAN.....	45
4.2.3 Modelamiento del Proyecto de Red del Sistema Integrado de Comunicaciones.	46
4.2.3.1 Información importante de la ciudad de Chiclayo.....	46
4.2.3.2 Ruta planteada para el recorrido del tendido de fibra óptica.	47
4.2.3.3 Estaciones y semáforos a lo largo de la troncal de fibra óptica.	48
4.2.3.4 Posibilidad de expansión del servicio.	63
4.3 Requerimientos Técnicos del Sistema Integrado de Comunicaciones	64
4.3.1 Diseño de la infraestructura de comunicaciones de la red.	64
4.3.1.1 Aspectos técnicos generales.....	64
4.3.1.2 Implicaciones del ancho de banda.	65
4.3.2 Especificaciones técnicas del sistema de Videovigilancia.	66
4.3.2.1 Cálculo del ancho de banda y del almacenamiento de la red videovigilancia....	67
4.3.2.2 Cálculo de FOV (Angulo de Visión) requerido por las cámaras.....	73
4.3.2.3 Especificaciones técnicas generales de la red de Videovigilancia.	82
4.3.2.4 Direccionamiento IP de las cámaras distribuidas en las estaciones.....	88
4.3.3 Especificaciones técnicas del sistema de semaforización.	90

4.3.3.1 Cálculo del ancho de banda y del almacenamiento de la red semafórica.....	90
4.3.3.2 Especificaciones técnicas generales de la red de semaforización.....	91
4.3.3.3 Aspectos técnicos de diseño del control de señales de tránsito adaptativo.	98
4.3.3.4 Direccionamiento IP de la red de semaforización.	102
4.3.4 Especificaciones técnicas del sistema de recaudo.....	103
4.3.4.1 Cálculo del ancho de banda y del almacenamiento de la red de recaudo.....	103
4.3.4.2 Especificaciones técnicas generales de la red de recaudo.	107
4.3.4.3 Direccionamiento IP de los equipos del sistema de recaudo.	110
4.3.5 Especificaciones técnicas del sistema de transmisión de datos.	112
4.3.5.1 Cálculo del ancho de banda y almacenamiento de la red.	112
4.3.5.2 Especificaciones técnicas generales de la red de transmisión de datos.	112
4.3.5.3 Direccionamiento IP de los conmutadores de la red de datos.	115
4.3.6 Especificaciones técnicas del sistema de fibra óptica.	116
4.3.6.1 Aspectos de diseño de la red de fibra óptica.....	116
4.3.6.2 Cálculo del Ancho de Banda de la fibra óptica.	120
4.3.6.3 Diseño de la canalización para la instalación del cable de fibra óptica.....	121
4.3.6.4 Conectividad de nodos en los anillos y nodos de comunicación.....	126
4.3.6.5 Topología, direccionamiento y conectividad de la red de datos.....	130
4.3.6.5.1 Topología de la red.....	130
4.3.6.5.2 Direccionamiento y pruebas de simulación de conectividad de la red.....	132
4.3.7 Centro de control y gestión de las redes.....	139
4.3.7.1 Descripción del sistema propuesto y de sus redes de transporte y acceso.....	139
4.3.7.2 Redes de gestión de comunicaciones (Recaudo y Semaforización).	140
4.3.7.3 Red de gestión de la red de videovigilancia.	144
4.3.7.4 Direccionamiento de los servicios en el centro de gestión.	147

4.3.7.5 Sala del Centro de Control (C.C.).....	147
Capítulo V. Propuesta de Solución.....	152
5.1 Propósito.....	152
5.2 Actividades	152
5.3 Cronograma de Ejecución	153
5.4 Análisis Costo Beneficio	153
Conclusiones.....	158
Recomendaciones	159
Glosario de Términos	161
Bibliografía.....	163
Anexos Anexo 1. Matriz de Consistencia	165
Anexo 2. Matriz de Operacionalización de Variables.....	166
Anexo 3. Guía de Entrevista.....	167
Anexo 4. Especificaciones Técnicas del Sistema de Videovigilancia.....	168
Anexo 5. Especificaciones Técnicas del Sistema de Semaforización	180
Anexo 6. Especificaciones Técnicas del Sistema de Recaudo	187
Anexo 7. Especificaciones Técnicas del Sistema de Transmisión de Datos	192
Anexo 8. Presupuesto Propuesto de la Plataforma de Comunicaciones.....	198
Anexo 9. Configuración de los Conmutadores.....	201

Índice de Tablas

Tabla 1. Modelo OSI	11
Tabla 2. Comparación de medios físicos	13
Tabla 3. Resoluciones de video	17
Tabla 4. Distribución de las estaciones, semáforos y coordenadas	49
Tabla 5. Direccionamiento IP de las cámaras de videovigilancia	89
Tabla 6. Zona con salida 1 Traficam 1	96
Tabla 7. Direccionamiento IP de los controladores de semáforos	103
Tabla 8. Validaciones de pasajeros del Metropolitano de Lima.....	105
Tabla 9. Cantidad de Vehículos por Tipo de Servicio en Chiclayo	106
Tabla 10. Evolución de la población en la provincia de Chiclayo	107
Tabla 11. Direccionamiento IP del sistema de recaudo.....	111
Tabla 12. Direccionamiento IP de los conmutadores de la red de datos	116
Tabla 13. Direccionamiento IP de la red de datos por servicio	134
Tabla 14. VLANs por cada servicio	138
Tabla 15. Direccionamiento IPs de los servidores	147
Tabla 16. Cronograma de ejecución	153
Tabla 17. Costos CAPEX	154
Tabla 18. Costos OPEX.....	155
Tabla 19. Análisis de Viabilidad VAN Marginal	156
Tabla 20. VAN Marginal, TIR y Payback.....	157

Índice de Figuras

Figura 1. Elementos de comunicación.....	11
Figura 2. Topología de Redes.....	14
Figura 3. Resoluciones de video distancia focal.....	18
Figura 4. Sensor CMOS	19
Figura 5. Comparación de los formatos de compresión	20
Figura 6. Componentes de la cámara de video	21
Figura 7. Cámaras de red IP	21
Figura 8. Esquema de la red del sistema de videovigilancia	22
Figura 9. Sistema de semaforización	23
Figura 10. Tipos de semáforos	24
Figura 11. Fases de un cruce de 2 vialidades	24
Figura 12. Intervalos de cambio de indicadores	25
Figura 13. Esquema de la red del sistema de control de semaforización	28
Figura 14. Controlador de tráfico semafórico	28
Figura 15. Esquema de la red del sistema de recaudo	29
Figura 16. Esquema de comunicación de la tarjeta con el validador	30
Figura 17. Torniquete (o Molinete)	31
Figura 18. Entrada a la estación de transporte.....	31
Figura 19. Validador.....	32
Figura 20. Maquina automática de venta y recarga de tarjeta	33
Figura 21. Switch Capa 2 para Equipo Terminal	33
Figura 22. Switch - Router SecFlow 4 RAD.....	34
Figura 23. Switch - Router SecFlow2 RAD	34
Figura 24. Dispositivos OTDR (Optical Time Domain Reflectometer)	35

Figura 25. Armario compacto de acero y hermético	35
Figura 26. Gabinete de comunicaciones.....	35
Figura 27. Bandeja de distribución mono/multimodo de fibra óptica.....	36
Figura 28. Panel adaptador SC de 6 puertos multimodo dúplex	36
Figura 29. Mufa de Fibra Óptica 48 fibras - SIS 3114.....	37
Figura 30. Anillo vial (zona central y comercial).....	42
Figura 31. Congestión vehicular en el centro de la ciudad de Chiclayo	43
Figura 32. Diagrama de bloque del diseño de una red de fibra óptica	45
Figura 33. Imagen Satelital de Chiclayo	47
Figura 34. Recorrido de la ruta vial.....	48
Figura 35. Ubicación del centro de control y gestión (CCM)	50
Figura 36. Ubicación del lugar en Google Earth (CCM)	50
Figura 37. Interconexión de la Fibra Óptica - CCM con la estación nro. 6 (E6)	51
Figura 38. Ubicación de la estación nro. 1 (E1)	51
Figura 39. Ubicación del lugar en Google Earth (E1).....	52
Figura 40. Ubicación de la estación nro. 2 (E2)	52
Figura 41. Ubicación del lugar en Google Earth (E2).....	53
Figura 42. Ubicación de la estación nro. 3 (E3)	53
Figura 43. Ubicación del lugar en Google Earth (E3).....	54
Figura 44. Ubicación de la estación 4 (E4)	54
Figura 45. Ubicación del lugar en Google Earth (E4).....	55
Figura 46. Ubicación de la estación nro. 5 (E5)	55
Figura 47. Ubicación del lugar en Google Earth (E5).....	56
Figura 48. Ubicación de la estación nro. 6 (E6)	56
Figura 49. Ubicación del lugar en Google Earth (E6).....	57

Figura 50. Ubicación de la estación nro. 7 (E7)	57
Figura 51. Ubicación del lugar en Google Earth (E7)	58
Figura 52. Ubicación de la estación nro. 8 (E8)	58
Figura 53. Ubicación del lugar en Google Earth (E8)	59
Figura 54. Ubicación de la estación nro. 9 (E9)	59
Figura 55. Ubicación del lugar en Google Earth (E9)	60
Figura 56. Ubicación de la estación nro. 10 (E10)	60
Figura 57. Ubicación del lugar en Google Earth (E10)	61
Figura 58. Ubicación de la estación nro. 11 (E11)	61
Figura 59. Ubicación del lugar en Google Earth (E11)	62
Figura 60. Ubicación de la estación nro. 12 (E12)	62
Figura 61. Ubicación del lugar en Google Earth (E12)	63
Figura 62. Ubicación del lugar en Google Earth de la expansión este	63
Figura 63. Ubicación del lugar en Google Earth de la expansión oeste	64
Figura 64. Modelos de cámaras de videovigilancia	68
Figura 65. Calculo de ancho de banda y almacenamiento - cámara QNO - 7080R	69
Figura 66. Calculo de ancho de banda y almacenamiento - cámara QNP - 6230H	70
Figura 67. Calculo de ancho de banda y almacenamiento - cámara PNM - 9084RQZ	71
Figura 68. Grabador de video NVR - Modelo referencial PRN 4011	72
Figura 69. Distribución de los equipos en la sala de embarque	73
Figura 70. Dimensiones de la sala de embarque	74
Figura 71. Calculo de FOV de la cámara QNO - 7080R	75
Figura 72. Calculo del FOV de la cámara QNP - 6230RH	77
Figura 73. Calculo FOV Top View de la cámara QNP - 6230RH	78
Figura 74. Amplias áreas con una sola cámara multidireccional	79

Figura 75. Calculo del FOV de la cámara PNM9084RQZ.....	80
Figura 76. Calculo FOV Top View de la cámara PNM9084RQZ	81
Figura 77. Cámara de red IP Tipo Bala Modelo de referencia QNO - 7080R	82
Figura 78. Cámara de red IP Domo PTZ Modelo de Referencia QNP - 6230 RH	82
Figura 79. Ubicación de la cámara multidireccional en la intersección del corredor vial ..	83
Figura 80. Cámara multidireccional para monitoreo en ambiente con poca luz	83
Figura 81. Facilita en la instalación y mantenimiento de la cámara multidireccional	84
Figura 82. Grabador de Video en Red NVR - Modelo de Referencia PRN - 4011	84
Figura 83. Servidor de Gestión - Modelo de Referencia SRN - SENCMS - CTLS.....	85
Figura 84. Estación de Monitoreo IP Modelo SRN - SENCMS DSPS.....	85
Figura 85. Controlador Joystick Modelo SPC - 7000	86
Figura 86. Monitor LED 32" Modelo SMT - 3233	87
Figura 87. Monitor LED 40" Modelo de Referencia SMT - 4033	87
Figura 88. Video Wall - Modelo de Referencia SSM VM.....	88
Figura 89. Software de administración de la red SSM	88
Figura 90. Semáforo	92
Figura 91. Sensor Cámara Presencial de Vehículos Modelo TraFicam x-stream	93
Figura 92. Arquitectura del sistema TrafiCam con interfaz 4T1	94
Figura 93. Área y zona de detección de presencia vehicular.....	94
Figura 94. Esquema de una intersección	95
Figura 95. Tipos de Sensores-Cámaras Traficam.....	95
Figura 96. Zonas de detección de presencia vehicular	95
Figura 97. Zona Visualizada según su Modo de Detección	97
Figura 98. Controlador de tráfico Interactivo Modo Referencial Cartesio.....	98
Figura 99. Plano de intersección del corredor vial	100

Figura 100. Tramo del corredor vial con la estación del sistema	101
Figura 101. Intersección vial - Prioridad semafórica	101
Figura 102. Despliegue en la instalación de semáforos y cámaras de videovigilancia	102
Figura 103. Tarjeta inteligente NFC	108
Figura 104. Torniquete Modelo Slim High - Flow	109
Figura 105. Validador de Medio de pago Modelo iVAL-One	109
Figura 106. Maquina automática de carga y recarga de tarjetas modelo DK - S3601	110
Figura 107. Switch - Router SecFlow2 RAD	113
Figura 108. Switch - Router SecFlow4 RAD	114
Figura 109. Servidor Dell PowerEdge R730	114
Figura 110. Enlace de fibra óptica	118
Figura 111. Ubicación del lugar en Google Earth (CCM - E6) Canalización nro. 1	123
Figura 112. Ubicación del lugar en Google Earth Canalización nro. 2	123
Figura 113. Red de canalización 1 y 2 del cable de fibra óptica	124
Figura 114. Red de canalización 3 y anillo de fibra óptica	124
Figura 115. Canalización tipo Microzanja	125
Figura 116. Estructura del cable ADSS	125
Figura 117. Estación de pasajeros y distribución de equipos y cableado	128
Figura 118. Topología de la red de la plataforma de comunicaciones	131
Figura 119. Esquema VLANs y troncales de Fibra Óptica	133
Figura 120. Direccionamiento de los conmutadores de dos anillos ópticos	134
Figura 121. Topología de la red con el direccionamiento	135
Figura 122. Simulación de prueba de conectividad - Videovigilancia	136
Figura 123. Simulación de prueba de conectividad - Semaforización	136
Figura 124. Simulación de prueba de conectividad - Recaudo	137

Figura 125. Simulación de prueba de conectividad - Gestión de Red.....	137
Figura 126. Red del anillo óptico del servicio de comunicaciones	140
Figura 127. Sistema de la red de comunicaciones.....	143
Figura 128. Red del anillo óptico del servicio de Videovigilancia	144
Figura 129. Sistema de la red de videovigilancia.....	146
Figura 130. Centro de Control y Gestión de las Redes	148

Capítulo I. Planteamiento del Problema

1.1 Situación Problemática

A medida que las ciudades crecen tanto poblacional como económicamente, cada vez se hace más importante brindar a la población servicios de calidad que les permita satisfacer la necesidad básica de traslado en el menor tiempo posible; logrando así conectar a las personas tanto a su núcleo laboral como a sus familias, optimizando los tiempos, fomentando la productividad y el bienestar de la población. Al ser el sistema de transporte algo tan ligado a una ciudad, se puede ver fácilmente afectado por el crecimiento urbano y demográfico; que muchas veces no soporta la población ni el flujo de actividades económicas dentro de la ciudad.

Actualmente se vienen haciendo esfuerzos en la región latinoamericana para fomentar la implementación de sistemas de transporte rápido masivos en bus que vayan de la mano con el uso de servicios de TI (Tecnología de la Información) innovadores de alta tecnología, que permitirá un servicio de calidad a los usuarios.

La ciudad de Chiclayo no cuenta con un sistema de buses masivo de transporte rápido con un corredor vial exclusivo y únicamente cuenta con líneas de autobuses con rutas dispersas que no guardan relación entre sí debido a una planificación poco coordinada en la que no se tuvo en cuenta las necesidades de la población ni el tráfico en las rutas, como consecuencia se generaron gran cantidad de rutas y problemas en su planificación; se produce un gran desorden y congestionamiento vehicular que al final genera demoras en los traslados de la población dentro de la ciudad. Además de esto se originan problemas de contaminación ambiental de CO₂, debido a los tiempos de espera de los automotores para circular, escasa cobertura, falta de seguridad y accidentes de tránsito. El Municipio de la ciudad de Chiclayo trabaja en el planteamiento de un servicio eficiente que permita transportar pasajeros de un extremo a otro de la ciudad atravesando las arterias más

transitadas. Al respecto, en el año 2017 la Municipalidad Provincial de Chiclayo, emite informe denominado “Plan regulador de Rutas de Transporte Urbano de la Provincia de Chiclayo”.

En este contexto analizamos el planteamiento de una alternativa que contribuye a la solución a este problema de transporte mediante el diseño de un sistema integrado de comunicaciones aplicado a un ulterior corredor vial que utiliza servicio de buses de transporte terrestre público rápido, que se caracteriza por el uso de troncales ubicadas en el centro de la vía, adaptándose al trazado urbano, carriles con derecho de vía exclusivo a nivel con circulación rápida y frecuente en zonas urbanas. Este proyecto planteará el diseño de una infraestructura tecnológica integrada de comunicaciones para el servicio de videovigilancia, control del recaudo de dinero y temporización de la semaforización, instaladas en las estaciones a lo largo del corredor vial, para la gestión y operación a un sistema masivo de buses de pasajeros. Una troncal de fibra óptica como medio de transmisión, con una conectividad mediante anillos de fibra óptica en las estaciones a lo largo de la ruta y el Centro de Control y Gestión aplicado a las redes de los servicios.

Cabe indicar que, el alcance del proyecto está delimitado a formular y diseñar, por lo que no cubre aspectos en la ejecución, implementación y puesta en funcionamiento del sistema.

1.1.1 Antecedentes.

En el documento plan regulador de rutas del transporte urbano año 2017 la Municipalidad Provincial de Chiclayo, emite un diagnóstico de la situación actual del servicio público de transporte terrestre que se resume como sigue:

- No existe un Plan Regulador de Rutas, lo cual genera un caos principalmente causada por falta de planificación del transporte, problemas de las rutas existentes, falta de

herramientas técnicas para la administración, lo cual se refleja notablemente en el fenómeno de la superposición de rutas.

- Predominio de vehículos de baja capacidad de transporte como son los taxis y vehículos menores, bajo un esquema desordenado, con operadores orientados al servicio individual, sin políticas empresariales que dificulta cumplir con los objetivos del gobierno local.
- Exceso de antigüedad del parque automotor con elevadas emisiones de gases contaminantes y otras afectaciones al medio ambiente. En contraposición con los lineamientos del Ministerio de Transportes y Comunicaciones,
- La infraestructura vial existente no está bien optimizada por ser compartida por el transporte interprovincial, urbano, de carga y peatones, que no satisface las necesidades de los ciudadanos.
- Ineficiencia en la administración del transporte genera empobrecimiento del sector, debilitando los estados financieros de las empresas autorizadas, sumado a los elevados costos en el mantenimiento de las unidades vehiculares y de mano de obra (conductor y cobrador).

Según el Informe 17-MPCH-GDVyT/LFV del día 20 de junio de 2017, la Gerencia de Desarrollo Vial y Transportes elaboró el análisis técnico concerniente al Plan Regulador de Rutas de Transporte Urbano de la Provincia de Chiclayo, que indica las falencias del servicio actual y el impacto que genera en la ciudad, haciendo que se vuelva caótica, desordenada y contaminada.

En ese sentido, el Plan Regulador de Rutas de Transporte Urbano de la Provincia de Chiclayo, permitirá a los habitantes de Chiclayo encontrar un equilibrio entre la oferta y la demanda, teniendo en cuenta las diversas modalidades de servicio de transporte existentes, buscando la satisfacción de las necesidades de movilidad con una calidad y cobertura tal que

le posibilite constituirse en una alternativa real de transporte para los desplazamientos urbanos en medios motorizados. Constituye un paso importante hacia la reestructuración del transporte en la ciudad e incluye ventajas para el desarrollo de la misma y de sus habitantes.

Las normas legales sobre las cuales se basa el actual Plan Regulador de Rutas de la provincia de Chiclayo son:

Ordenanza Municipal N° 021 –A-2003-GPCH (27 de agosto de 2003):

- 1°. Crea el Anillo Vial a ser utilizado por las unidades del servicio de transporte público a excepción del servicio de taxi.
- 2°. Establece el sentido del tránsito en las diferentes calles de la ciudad.
- 3°. Determina las zonas rígidas, prohibidas al estacionamiento vehicular.
- 4°. Establece las vías preferenciales en la ciudad.

Ordenanza Municipal N° 002 -2006/GPCH (20 de febrero de 2006):

- 1°. Modifica el Artículo Segundo de la Ordenanza Municipal N° 021 -2003-GPCH, referente al sentido de circulación de la calle Héroes Civiles de sur a norte.

Ordenanza Municipal N° 014 -2012-MPCH/A (13 de julio de 2012):

- 1°. Aprueba el Reglamento de Transporte Público Especial de Pasajeros en Vehículos Menores Motorizados o no Motorizados en el Distrito de Chiclayo.

Ordenanza Municipal N° 001 – 2012-MPCH (20 de enero de 2012):

- 1°. Aprueba el nuevo Reglamento de Fiscalización del Servicio de Transporte Público Terrestre en la Provincia de Chiclayo.

Ordenanza Municipal N° 024 -2015-MPCH/A (10 de setiembre de 2015):

- 1°. Aprueba la modificación de la Ordenanza Municipal N° 013 – 2015-MPCH “Zonas Rígidas y Paraderos de Paso”.

Cabe agregar, que la aplicación de este plan no es la solución integral, debido a que se tienen otros aspectos a considerar en la red vial de transporte urbano tales como: una

adecuada señalización horizontal y vertical , red de sincronización del sistema semafórico, mantenimiento de la red vial de transporte terrestre.

1.2 Preguntas de Investigación

1.2.1 Pregunta general.

P_G ¿En que favorecerá el diseño de un sistema integrado de comunicaciones para la gestión y operación del servicio público de transporte terrestre aplicado a un ulterior corredor vial en la ciudad de Chiclayo?

1.2.2 Preguntas específicas.

P_{E1} ¿Cuál es la situación actual del servicio público de transporte terrestre en la ciudad de Chiclayo?

P_{E2} ¿Cuáles son las etapas técnicas para el diseño de un sistema integrado de comunicaciones para la gestión y operación del servicio público de transporte terrestre en la ciudad de Chiclayo?

P_{E3} ¿Cuáles son los aspectos técnicos generales para el diseño de un sistema integrado de comunicaciones para la gestión y operación del servicio público de transporte terrestre en la ciudad de Chiclayo?

P_{E4}. ¿Cuáles son las diferentes redes de servicios que se consideran en el diseño de un sistema integrado de comunicaciones para la gestión y operación del servicio público de transporte terrestre en la ciudad de Chiclayo?

1.3 Objetivos de la Investigación

1.3.1 Objetivo general.

O_G Diseñar un sistema integrado de comunicaciones para la gestión y operación del servicio público de transporte terrestre aplicado a un ulterior corredor vial en la ciudad de Chiclayo.

1.3.2 Objetivos específicos.

O_{E1} Diagnosticar la situación actual del servicio público de transporte terrestre en la ciudad de Chiclayo.

O_{E2} Determinar las etapas para el diseño de un sistema integrado de comunicaciones para la gestión y operación del servicio público de transporte terrestre en la ciudad de Chiclayo.

O_{E3} Determinar cada una de las redes de los servicios a ser utilizada en el diseño del sistema integrado de comunicaciones para la gestión y operación del servicio público de transporte terrestre en la ciudad de Chiclayo.

1.4 Justificación de la Investigación

1.4.1 Justificación técnica.

Es una alternativa de plataforma de un sistema de comunicación integrado utilizando servicios de TI (Tecnología de la información) innovadores de alta tecnología aplicado al servicio público de transporte terrestre. Con el soporte de sistemas de transporte inteligentes (ITS) que es un conjunto de sistemas tecnológicos utilizados para mejorar la seguridad y eficiencia en el transporte terrestre, facilita la labor de la gestión y control tales como la información en tiempo real, a los usuarios les permitirá tener un conocimiento de la ruta del sistema, lo cual hace que los viajes sean más eficientes y generen menos estrés.

También juega un papel importante en la gestión del sistema integrado de comunicaciones, para hacer seguimiento de la operatividad de los terminales inteligentes instalados en las estaciones.

1.4.2 Justificación social.

La plataforma de un sistema de comunicación integrado contribuirá en mejorar el servicio de transporte público urbano y la calidad de vida del ciudadano en la ciudad de

Chiclayo, debido al desorden vehicular que genera congestionamiento, contaminación ambiental, falta de seguridad y accidentes.

La implementación de estos sistemas tecnológicos que es un servicio de transporte masivo de bus rápido que utiliza un corredor vial exclusivo de alta calidad.

1.5 Alcances y Limitaciones de la Investigación

1.5.1 Alcances.

Permitirá desarrollar modelos de redes y plantear una infraestructura tecnológica conformada por sistemas cuyos elementos que la componen brindaran los servicios de videovigilancia, recaudo y semaforización, aplicada al ulterior corredor vial en la ciudad de Chiclayo. Así mismo, en el diseño se considerará el tendido de la troncal de fibra óptica que se utilizará como medio o plataforma de transporte que permitirá conectar los 6 anillos ópticos, permitiendo que las comunicaciones de las 5 redes, desde sus terminales de cada servicio interactúen con su respectivo servidor central.

1.5.2 Limitaciones.

El presente trabajo se ha planteado para la ciudad de Chiclayo; sin embargo, la utilización de la plataforma de comunicaciones de tecnología avanzada en los sistemas de transporte terrestre moderno, será como punto de partida para futuras investigaciones a favor del mejoramiento de nuestro servicio de transporte público en el ámbito urbano, pudiendo implementarse en las demás capitales de departamento.

Capítulo II. Marco Teórico

2.1 Antecedentes de la Investigación

2.1.1 Antecedentes internacionales.

Mercado Reyes R. (2017) en su tesis “Diseño de un sistema de videovigilancia para una empresa del sector alimenticio que permita el monitoreo local y remoto de sus instalaciones” presenta como objetivo diseñar un sistema de videovigilancia para una empresa del sector alimenticio. La metodología define un enfoque cuantitativo, alcance descriptivo - explicativo y experimental.

El autor resalta que ha desarrollado el proyecto mediante un análisis y diseño a nivel físico y lógico, describiendo los enlaces de fibra óptica entre el conmutador y distribución y las cámaras de videovigilancia; y además realiza pruebas de simulación en la red.

Este trabajo es relevante porque durante el desarrollo del proyecto se utilizaron estándares y normas internacionales de las telecomunicaciones. Así como, utilizo software de simulación requerido en el análisis y desempeño de redes.

Pardo Ríos A., Santos Suarez B. (2020), en su trabajo “Diseñar e implementar una red GPON y Arquitectura FTTH aplicando los estándares ANSI/TIA/EIA-568-B.3 y TIA 598-A, en la Facultad de Sistemas y Telecomunicaciones”, tiene como objetivo diseñar e implementar una red GPON y FTTH, en el laboratorio de telecomunicaciones aplicando estándares internacionales, que contribuyen en la construcción y análisis de redes de fibra óptica. La metodología define mediante la investigación exploratoria y aplicada.

Este proyecto es relevante porque la infraestructura GPON y FTTH implementada propiciara prácticas de instalación en redes, permitiendo desarrollar actividades académicas, la principal característica de la red GPON se basa en dividir su ancho de banda sobre un hilo de fibra, utilizando los distribuidores ópticos conocido como splitter que son elementos necesarios del enlace para la distribución de la señal.

2.1.2 Antecedentes nacionales.

Oviedo Meneses A., Reynozo Torres Sh., Tejada Espinoza A. (2017), en su trabajo “Semaforización Inteligente como alternativa de solución al problema del tránsito en la ciudad de Arequipa”, presenta como objetivo determinar la viabilidad y beneficio del uso de semaforización inteligente en el tránsito de la ciudad de Arequipa. La metodología define un enfoque cuantitativo, alcance descriptivo y diseño experimental.

El autor evaluó la situación actual del transporte en la ciudad de Arequipa, analizando las ventajas de la semaforización inteligente que permitirá el ordenamiento y reducción del tiempo de tránsito vehicular.

Es relevante porque es una alternativa para mejorar la calidad del tránsito en la ciudad de Arequipa y de otras ciudades, investigando mediante la simulación y modelamiento de velocidad media actual se determina la viabilidad y beneficio del uso de semaforización inteligente, contribuyendo a la mejora del tránsito vehicular.

Dionisio del Pino E. (2017), en su tesis “Diseño e implementación de empalmería de fibra óptica de planta externa del enlace Caripa – Tarma - La Merced de la red de transmisión de fibra óptica de la empresa América Móvil” presenta como objetivo realizar el diseño e implementación de empalmes de fibra óptica, para garantizar la conectividad del enlace Caripa – Tarma – La Merced de la empresa América Móvil.

El autor evaluó la factibilidad tecnológica del tendido de fibra óptica, luego desarrolla las técnicas y conocimientos necesarios para realizar el diseño e implementación de empalmería de planta externa en transmisiones ópticas de largo alcance, cumpliendo los parámetros del estándar internacional ITU, TIA/EIA.

Es importante porque mediante el diseño e implementación del tendido del cable de fibra óptica conecta a los equipos de distribución y/o conexión instalados en cada una de las

capitales de provincia, solucionando las limitaciones del tráfico saliente de la red de transporte de la dorsal Cajamarca – La Oroya.

2.2 Bases Teóricas

2.2.1 Interconexión de redes.

2.2.1.1 Características y arquitecturas de las redes.

Es un conjunto de medios (de transmisión y de conmutación), de tecnologías (procesamiento, multiplexación, modulaciones), de protocolos y facilidades en general, necesarios para el intercambio y transmisión de información entre los usuarios de la red. La red es compleja, para su estudio suele dividirse en dos grandes bloques:

- *Red de acceso:* Conecta a los usuarios finales con algún proveedor de servicio.
- *Red de tránsito o núcleo de red (network core):* Encargada de proporcionar conectividad entre los distintos puntos de acceso (conmutador, etc.).

Una red de comunicaciones se divide en los siguientes componentes:

- *Fuente o mensaje:* Es la información a transmitir, puede ser analógica o digital. El objetivo es recibir la información íntegra y con fidelidad.
- *Emisor:* Para una eficiente transmisión de la información puede realizarse en banda base o modulando.
- *El medio:* Que permite transportar la señal desde el transmisor hasta el receptor. Puede ser a través de un medio guiado (fibra óptica, cable coaxial, par trenzado) y medio no guiado (enlace de radio).
- *El receptor:* Demodula la señal, recuperando la información original, para ser entregada al destinatario. En la figura 1 se muestra los elementos mencionados:

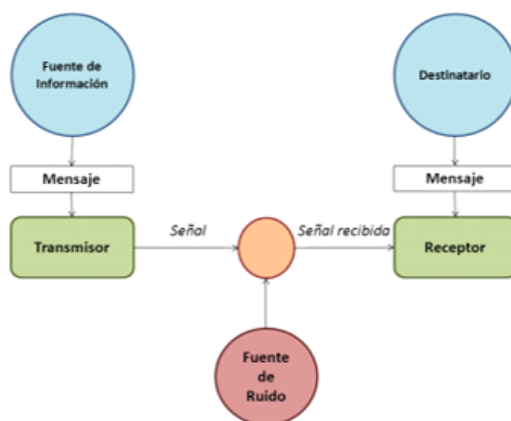


Figura 1. Elementos de comunicación

Fuente: Elaboración propia

1. *Modelo de Interconexión (OSI)*: El modelo OSI (Open Systems Interconnection) fue creado por la ISO y se encarga de la conexión entre sistemas abiertos. En la siguiente tabla 1 se muestra la división del modelo OSI en siete capas.

Tabla 1.

Modelo OSI

Nro.	Capas	Unidad de intercambio
7	Aplicación	APDU
6	Presentación	PPDU
5	Sesión	SPDU
4	Transporte	TPDU
3	Red	Paquete de red
2	Enlace de datos	Trama de red (marco / trama)
1	Física	Bit

Fuente: Elaboración propia

2. *Arquitectura de red física y lógica*: Identifica la función de cada uno de los elementos, brinda una visión de cómo interactúan entre ellos y con el entorno. Se compone de un conjunto de mecanismos (hardware y software) que permiten la interoperabilidad de los elementos de la red. Estos factores serán determinantes en el desempeño de la red física o lógica.

Cada función de los componentes de una red representa a cada una de sus capacidades más importantes. Las cuatro funciones más importantes para medir las capacidades de las redes son:

- Tolerancia a fallos
- Escalabilidad
- Calidad del servicio
- Seguridad

Una red tolerante a fallos es aquella que limita el impacto de un error de software o hardware y puede recuperarse del fallo rápidamente.

Si nosotros enviamos un mensaje y nos da un error de enrutamiento, la red tendría mandar inmediatamente el mismo mensaje; por otra ruta distinta. Al respecto, para utilizar la redundancia debemos implementar varios caminos, soluciones, etc.

La escalabilidad se refiere al crecimiento de las redes sin afectar su funcionamiento.

Para que una red suministre una buena calidad de servicio, crea lo que se denominan prioridades sobre el tipo de información (voz, datos, contenido multimedia, etc.).

La confidencialidad de los datos es primordial a la hora de enviar mensajes a través de una red. En las redes utilizamos sistemas de seguridad, tales como contraseñas cifradas, firewalls, etc.

2.2.1.2 Medios de transmisión físicos.

En la siguiente tabla 2 se muestra una comparación de los distintos tipos de cables:

Tabla 2.*Comparación de medios físicos*

	Par trenzado	Par trenzado blindado	Coaxial	Fibra óptica
Ancho de banda	Medio	Medio	Alto	Muy alto
Tasa de transmisión	100 Mbps	100 Mbps	500 Mbps	10 Gbps
Inmunidad electromagnética	Limitada	Media	Media	Alta
Seguridad	Baja	Baja	Media	Alta
Costo	Bajo	Medio	Medio	Alto

Fuente: Elaboración propia

2.2.1.3 Topologías.

Se refiere a la forma que está diseñada una red que utiliza representaciones geométricas a nivel físico (hardware) o lógico (software). Basándose en una relación entre los enlaces y los dispositivos que los enlazan entre si (llamados nodos). Se adjunta figura 2.

Existen al menos cinco posibles topologías de red básicas: malla, estrella, árbol, bus y anillo.

En una topología en malla cada dispositivo tiene un enlace punto a punto y dedicado con cualquier otro dispositivo. El término dedicado significa que el enlace conduce el tráfico únicamente entre los dos dispositivos.

En la topología en estrella, los dispositivos se conectan mediante enlaces punto a punto con el concentrador central. Los dispositivos no están directamente enlazados entre sí.

La topología en árbol es una variante de la estrella. Sin embargo, no todos los dispositivos se conectan directamente al concentrador central. La mayoría de los dispositivos se conectan a un concentrador secundario, a su vez, se conecta al concentrador central.

La topología de bus es una conexión multipunto. Actúa como una red troncal que conecta todos los dispositivos en la red.

En una topología en anillo cada dispositivo tiene una línea de conexión dedicada y punto a punto con los dos dispositivos que están a sus lados. La señal pasa a lo largo del anillo en una dirección, o de dispositivo a dispositivo, hasta que alcanza su destino. Cada dispositivo del anillo incorpora un repetidor.

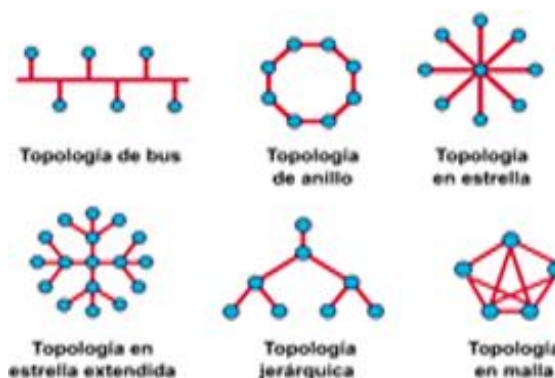


Figura 2. Topología de Redes

Fuente: <https://redesinformaticas125.blogspot.com/2014/12/topologias-de-redes.html>

2.2.1.4 Recomendación UIT-T G.8032.

La Recomendación UIT-T G.8032 / Y.1344 define el protocolo de conmutación automática de protección (APS) y los mecanismos de conmutación de protección para las topologías de anillo de la red de capa Ethernet (ETH).

Además, se incluyen detalles relacionados a las características de protección de anillo Ethernet, arquitecturas y el anillo APS (R-APS).

El protocolo definido en esta Recomendación permite la conectividad protegida punto a multipunto y multipunto a multipunto dentro de un anillo o anillos interconectados, llamada topología de “anillo múltiple/red de escalera”. El anillo ETH se mapea a la estructura de anillo de la capa física. Los esquemas de protección para las otras capas, incluida la red de capa física de Ethernet, están fuera del alcance de esta Recomendación.

Los anillos ETH pueden proporcionar una conectividad multipunto de área amplia debido a su número reducido de enlaces. Cada nodo del anillo Ethernet está enlazado a nodos adyacentes que participan en el mismo anillo Ethernet, utilizando dos enlaces

independientes. Un enlace de anillo está delimitado por dos nodos de anillo Ethernet adyacentes y un puerto para un enlace de anillo se denomina puerto de anillo. Los fundamentos de esta arquitectura de conmutación de protección de anillo son:

- El principio de evitar el bucle.
- La utilización de los mecanismos de aprendizaje, reenvío y filtrado de base de datos (FDB) definidos en la función de reenvío de flujo de Ethernet (ETH FF).

2.2.1.5 Ethernet óptico.

Gigabit Ethernet, también conocida como GigaE, es una ampliación del estándar Ethernet: versiones 802.3ab y 802.3z del IEEE), que consigue una capacidad de transmisión de 1 gigabit por segundo (1 Gbps), correspondientes a unos 1000 megabits por segundo de rendimiento contra unos 100 de Fast Ethernet (También llamado 100BASE-TX).

Gigabit Ethernet surge como consecuencia de la presión competitiva de ATM por conquistar el mercado LAN y como una extensión natural de las normas Ethernet 802.3 de 10 y 100 Mbit/s. en modo semidúplex como dúplex, un ancho de banda de 1 Gbit/s. Gigabit Ethernet soporta diferentes medios físicos, con distintos valores máximos de distancia. En el anexo 7 se adjunta los estándares 10 Gigabit Ethernet.

2.2.2 Sistemas de red para videovigilancia IP.

La Videovigilancia vendrá a ser la utilización de imágenes de video en tiempo real o en visualización de grabaciones, para los fines de Seguridad.

Los sistemas de red para video vigilancia IP ofrecen ventajas respecto a los tradicionales sistemas analógicos en áreas como calidad de imagen, escalabilidad, flexibilidad, disponibilidad, mayor facilidad en la gestión y mantenimiento y fáciles de integrar de sistemas redundantes, de accesos compartidos sobre plataformas comunes. Los componentes que comprende este sistema son: cámaras, grabadores NVR, conmutadores,

sistema de gestión de control centralizado (servidor central – software de gestión), interconectados a través de medios de transmisión guiados (cable de par trenzado (UTP), cable coaxial, fibra óptica, etc.) o no guiados (medio inalámbrico a través de radiofrecuencia, microondas, etc.)

A continuación, describiremos los elementos que comprende una cámara.

2.2.2.1 Cámaras IP.

La cámara IP es el componente que permite capturar la imagen, convirtiendo la luz en una señal electrónica llamada video, para ser transmitidas vía una red de datos o conexión directa vía IP (Internet Protocol) a un sistema de grabación, control y visualización. Existen diferentes tipos de cámaras diseñadas para que funcionen en condiciones ambientales específicas, agrupándolas en dos categorías principales: fija y panorámica-inclinación-zoom (PTZ).

Mientras las cámaras fijas están destinadas a ver constantemente una sola escena (ósea un ángulo fijo) luego de haber sido instalada, las cámaras PTZ funcionan con motor y pueden inclinarse hacia arriba o hacia abajo, desplazarse hacia la derecha o izquierda y acercar o alejar para personalizar al instante la vista según sea necesario. A menudo se usa una combinación de cámaras fijas y PTZ para proporcionar la cobertura de vigilancia requerida.

Las cámaras fijas se instalan en una posición estacionaria, centrados en un solo campo de visión (FOV) y se pueden instalar en interiores o exteriores, de forma abierta o encubierta, varían en tamaño y se pueden instalar en una amplia gama de ubicaciones, tales como en: paneles de control, postes, líneas de cerca o techos o dentro de gabinetes.

Las cámaras PTZ pueden instalarse en áreas interiores y exteriores y son de diferente tamaño. Se puede girar e inclinar en dos ejes para proporcionar capacidades de panorámica e inclinación, y la longitud focal de la lente se puede variar para cambiar el FOV. Esto

permite que las cámaras PTZ ofrezcan más flexibilidad para ver y capturar imágenes en tiempo real que las cámaras fijas.

Describiremos algunos conceptos técnicos de la cámara:

Tabla 3.

Resoluciones de video

	Designation	H x V (Pixels)	Total (Pixels)
Analog	CIF	352 x 240	84,480
	2 CIF	704 x 240	168,960
	4 CIF	704 x 480	337, 920
	DI	720 x 480	345,600
Digital	VGA (0.3 MP)	640 x 480	307,200
	720p HDTV	1280 x 1024	921,600
	1.3 MP	1280 x 1024	1,310,720
	2 MP	1600 x 1200	1,920,000
	1080p HDTV	1920 x 1080	2,073,600
	3.1 MP	2048 x 1536	3,145,728
	5 MP	2592 x 1944	5,038,848

Datos obtenidos: <https://www.itson.mx/micrositios/plazas/administrativas/Documents/1%201%20Curso%20b%C3%A1sico%20CCTV.pdf>

Fuente: Elaboración propia

Resolución: Indica la cantidad de elementos sensores (píxeles) que tiene la cámara para la captura de la imagen. Una mayor resolución (en Megapíxel) implica una mejor calidad en la imagen y mayor será la distancia que puede haber entre la cámara y el objetivo. Pixel, es la unidad básica de una imagen digitalizada en una pantalla. En la tabla 3 se muestra las diferentes resoluciones de video.

Lente: Las lentes son elementos transductores responsables de dirigir la luz al sensor de la cámara. Existen varios tipos de lentes donde varían el tipo de montura (C o CS), el tipo de iris (fijo, manual, automático), el tipo de enfoque (fijo, manual, zoom) y el número F. Debe elegirse considerando la distancia a la que queremos ver y la iluminación disponible en la escena a observar. Se clasifican en: a) Iris fijo: Solo tienen control de enfoque. Usado

principalmente para ambientes interiores (con poca variación de luz) o cuando la iluminación es constante. b) Iris variable manual: Tienen ajuste manual de la entrada de luz y ajuste de enfoque. Adecuado para ambientes interiores y exteriores con mucha luz y poca variación en brillo y aplicaciones específicas. c) Auto iris: En este tipo de lente, el ajuste del iris se realiza electrónicamente, proporcionando un excelente resultado de compensación de luz. Usado para ambientes interiores y exteriores o en lugares donde hay una variación constante de brillo. Se dividen en tipo de video y tipo DC. Para observar una escena a una distancia determinada, seleccionamos la lente en función de la distancia focal. Tenemos: a) Lentes fijas: Cuando se ha definido la lente necesaria, b) Lentes varifocales: Permiten ajustar manualmente la distancia focal y c) Lente zoom: Cuando se requiere observar imágenes cercanas y lejanas alternativamente, d) Distancia focal: Distancia medida en mm. entre lente y el sensor CCD de la cámara. En las cámaras de vigilancia las distancias focales más usuales son las de 2.8 mm, 3.6 mm, 4mm, 8 mm, y 16 mm. Se adjunta la figura 3.

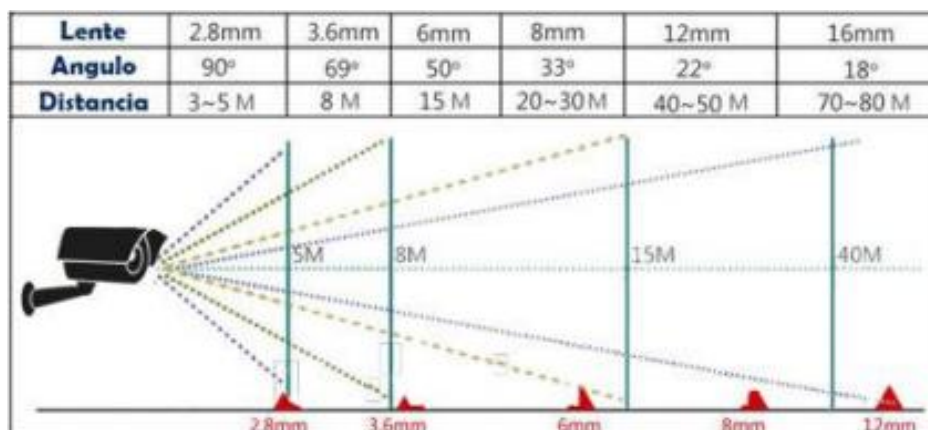


Figura 3. Resoluciones de video distancia focal

Fuente: http://soporte.tvc.mx/Ingenieria/DAHUA/ARCHIVOS_COMUNES/Angulo%20de%20Visi%C3%B3n%20en%20camaras%20de%20CCTV.pdf

el centro óptico de la

Sensores de imagen: diseñado para capturar fotones (partículas de luz) y convertirlos en señales electrónicas, son dispositivos de carga acoplada (CCD) o tecnología de sensor de imagen de semiconductores de óxido metálico complementario (CMOS-RGB), proporciona mayor eficiencia de codificación y evita ruidos en la imagen.

La parte más pequeña de una imagen producida en un chip de estado sólido es el elemento de imagen o píxel. Independientemente del tipo de sensor, los píxeles están diseñados en número, tamaño y filtración para proporcionar diferentes resoluciones, sensibilidad a la luz y respuestas espectrales. Se muestra en la figura 4.

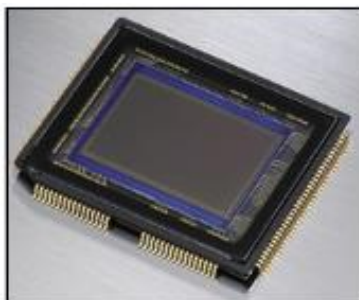


Figura 4. Sensor CMOS

Fuente: <https://www.xatakafoto.com/camaras/sensores-con-tecnologia-ccd-vs-cmos>

Iluminación: Se tiene niveles de luz, naturales como artificiales, que afectan ciertos momentos del día. Las cámaras exteriores requieren lentes con aperturas automáticas (autoiris) para nivelar los cambios en los niveles de luz. Las cámaras interiores pueden requerir un software interno para compensar la luz de fondo. Tenemos varios tipos de luces que son los siguientes: Iluminación infrarrojo (IR), permite cámaras para proporcionar imágenes nocturnas de alta calidad con ruido casi cero, que nos permitirá una mejor compresión, velocidad de bits reducida, mejor uso del ancho de banda. El IR de 850 nm permite una vigilancia de largo alcance, y tiene un brillo discreto pero visible que puede llamar la atención sobre la cámara y disuadir a cualquier criminal.

Formato de compresión de video: H.264 & MJPEG o H.265 (con ancho de banda y almacenamiento de datos eficiente), estándares de compresión de vídeo eficiente, cuyo códec de vídeo es de alta compresión, mejor fluidez y mejor calidad de video en la visión en tiempo real de la imagen. Se adjunta la figura 5.

Velocidad de cuadros por segundo: a mayor velocidad proporciona una sensibilidad a la luz con amplio rango dinámico WDR, mejor se verá un objeto en movimiento y con

mucha nitidez, reduciendo así la distorsión en la imagen y también mayor es el espacio utilizado para almacenamiento de imágenes.

Alimentación: a través de Ethernet (PoE) IEEE 802.3at, tecnología que alimenta energía a las cámaras IP. Permitiendo recibir datos y energía de un solo cable Ethernet, facilitando que su instalación sea fácil y económica.



Figura 5. Comparación de los formatos de compresión

Fuente: https://www.hanwhasecurity.com/media/attachment/file/w/i/wisestream_h.265_parra_ahorrar_ancho_de_banda.pdf

Circuitos de procesamiento de imágenes: optimiza, organiza y transmite señales de video. La cadena de imágenes consiste: en la lente, la cámara, el sistema de transmisión, el software de gestión, análisis de imágenes y el monitor.

Las cámaras con capacidad de protocolo de Internet (IP) transmiten video comprimido como datos digitales. Se tienen cámaras de varios modelos, en la que variarían aspectos como la resolución de la imagen, el método de grabación, si cuenta o no con infrarrojos, sonidos y alarmas, etc. Se adjunta la figura 6.

La figura 7 muestra los modelos de las diferentes cámaras utilizadas en el sistema de videovigilancia.

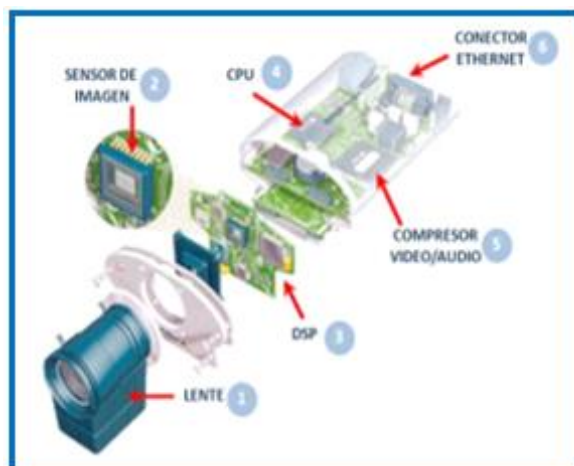


Figura 6. Componentes de la cámara de video

Fuente: <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/34082/memoria.pdf>

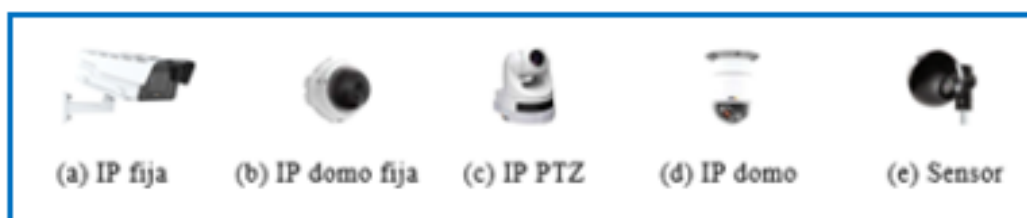


Figura 7. Cámaras de red IP

Fuente: Elaboración propia

La cantidad de ancho de banda y espacio de almacenamiento utilizado por estos productos de vídeo en red depende de su configuración. Los factores determinantes son:

- Número de cámaras
- Tipo de grabación elegida: continua o basada en eventos
- Número de horas al día durante las que graba la cámara
- Fotogramas por segundo
- Resolución de la imagen
- Tipo de compresión de vídeo: Motion JPEG, MPEG-4, H.264, H.265
- Entorno: condiciones de iluminación, complejidad de la imagen (ejemplo, una pared gris o un bosque).
- Tiempo que se guardan las imágenes

Luego de haber revisado algunos conceptos generales de los componentes, a continuación, presentamos un modelo del sistema de videovigilancia. Se adjunta la figura 8.

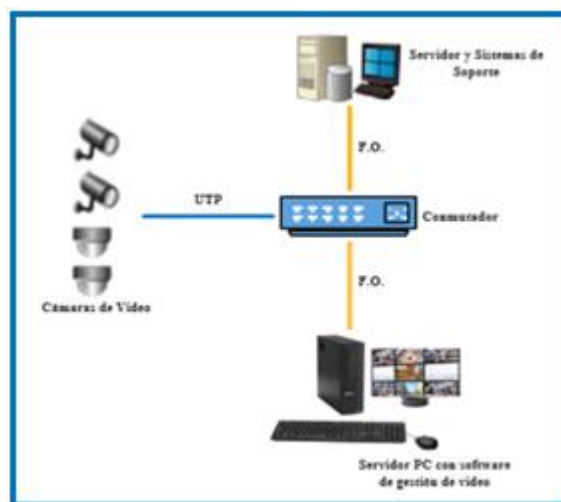


Figura 8. Esquema de la red del sistema de videovigilancia

Fuente: Elaboración propia

2.2.3 Sistema de red para control semafórico.

Es un sistema inteligente que gestiona, configura y sincroniza en forma remota los semáforos, regulando el tránsito vehicular o peatonal entre la intersección de calles, una principal y una secundaria. El sistema comprende de los siguientes componentes: semáforos, controladores locales, conmutadores, red de fibra óptica y el sistema de gestión de control centralizado (servidor central semafórico - software de gestión) y alimentación de energía eléctrica.

Referente a los modos de funcionamiento tenemos tres modos que son: de baja demanda, de media demanda y de alta demanda.

El modo de baja demanda consiste en evitar las esperas innecesarias, cada controlador opera de forma aislada optimiza el tráfico cambiando el tiempo de ciclo de cada uno de sus semáforos y a su vez los tiempos de verde lo va a atribuir como le parezca interactuando con el centro de control.

El modo de demanda media consiste en optimizar el tráfico, es el modo más complejo donde el centro de control interactúa con el controlador, sincroniza con los controladores y

optimiza el tiempo de ciclo, les distribuye a todos los mismos tiempos de ciclo, pero cada controlador decide el tiempo de verde.

El modo de alta demanda consiste en el ordenamiento de tráfico, el centro de control optimiza un tiempo de ciclo fijo un tiempo de verde fijo para cada vía y distribuye a cada controlador.

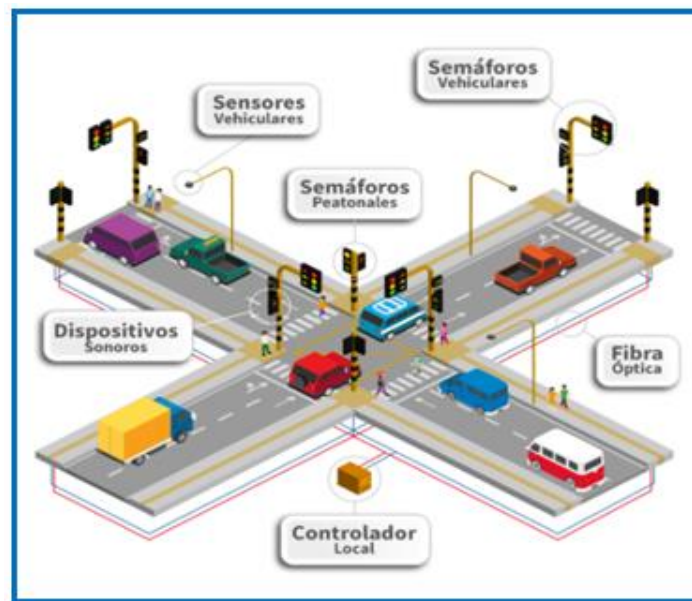


Figura 9. Sistema de semaforización

Fuente: <http://181.49.177.91/index.php/que-es-el-setp/semaforos>

En la siguiente figura 9 muestra los subsistemas de: señalización, control y comunicaciones, que componen el sistema semaforización. A continuación, describiremos los componentes del sistema.

2.2.3.1 Semáforo.

Dispositivo de señalización que controla y regula el tráfico vehicular o peatonal, en las intersecciones de dos calles. Para el caso de los semáforos vehiculares está compuesto por tres faros circulares: color rojo, amarillo y verde, los semáforos peatonales compuesto por dos faros circulares rojo y verde, los semáforos direccionales constan de 3 flechas, roja, amarilla y verde. En la siguiente figura 10 se muestran los tipos de semáforos.

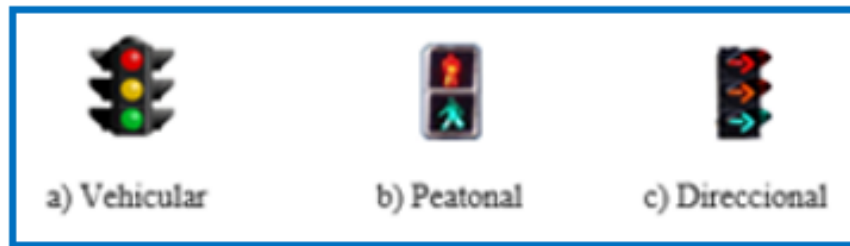


Figura 10. Tipos de semáforos

Fuente: Elaboración propia

Conceptos de señalización de los semáforos:

Fase: A cada una de las divisiones del ciclo durante la cual la configuración de colores de todos los grupos semafóricos permanece invariable o movimiento no-conflictivos durante uno o más intervalos. En la figura 11, se muestra una intersección vial de 2 fases. En cada una de las fases del semáforo, las luces se mantienen sin cambio. El orden predeterminado de las fases es la secuencia de operación del semáforo. Este orden es fijo y es programado en el controlador de tráfico por tiempo predeterminado o en el controlador por actuadores. En la figura 12, se muestran ocho intervalos de cambio de los indicadores. Nótese que los intervalos 4 y 8 incluyen únicamente periodos en rojo. La suma de la división de fase 1 más la división de fase 2 es la duración del ciclo:

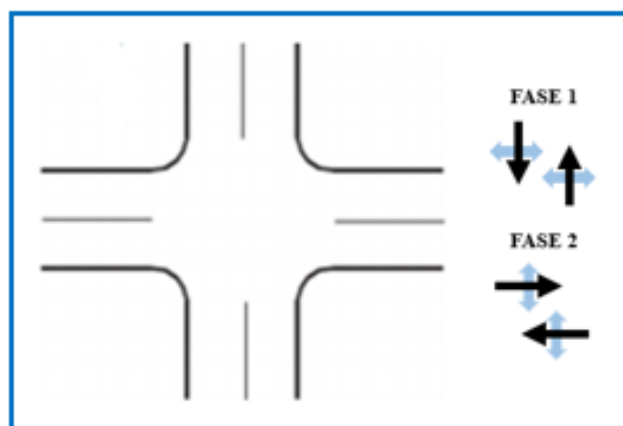


Figura 11. Fases de un cruce de 2 vialidades

Fuente. Elaboración propia

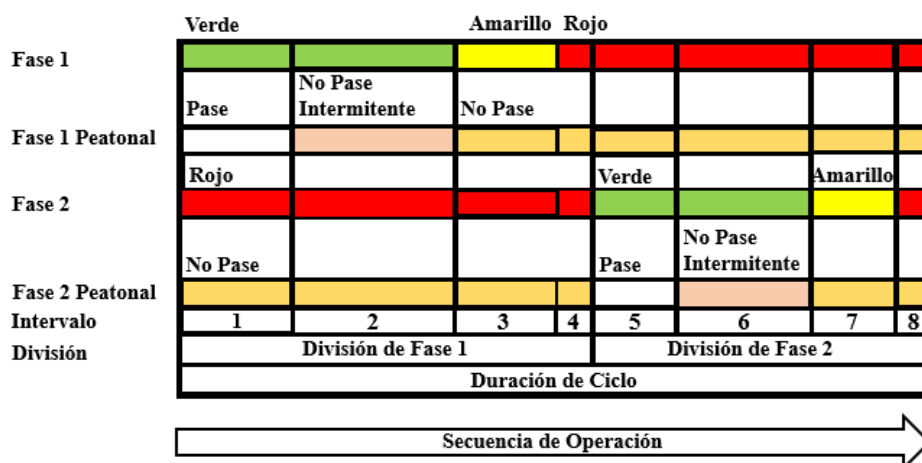


Figura 12. Intervalos de cambio de indicadores

Fuente: Elaboración propia

Ciclo: Al tiempo transcurrido desde el cambio de un grupo semafórico hasta la repetición de dicha situación después de realizarse una secuencia de maniobra completa en los semáforos conectados a un mismo controlador.

Intervalo mínimo en verde: Un intervalo mínimo en verde es la duración en tiempo mínima en que una fase se encontrará con los indicadores en Verde o Pase. Este intervalo debe ser tal que permita que los vehículos detenidos (o peatones, en su caso) puedan ponerse en movimiento y cruzar parcialmente la intersección antes de que se presente el intervalo Amarillo o preventivo. Debe permitir también que los vehículos que se aproximan sean detectados por los sensores, en el caso de sistemas con sensores o actuadores.

Intervalo máximo en verde: Establece el límite máximo al que el intervalo en Verde puede extenderse en una fase. Usualmente existen diversos límites máximos, para responder a condiciones de presencia de tráfico en una fase que se encuentra en Rojo, por una solicitud manual de cambio de fase, o por un límite de tiempo preestablecido.

Control por tiempos fijos: El control se lleva a cabo mediante registros históricos de flujo y densidad vehicular, siendo necesario ajustar a valores constantes, los parámetros que intervienen en el desarrollo del flujo vehicular.

Control sensible al tráfico: Las mediciones del flujo vehicular se realizan en tiempo real, mediante el uso de sensores o cámaras de detección vehicular.

Prioridad semafórica: alude a sistemas de tráfico urbano diseñados para dar preferencia a vehículos del transporte público, como autobuses, en el cruce de calles y avenidas para reducir el flujo vehicular.

Consiste en desplazar la movilidad urbana en dirección de la movilidad inteligente mediante la planificación de la regulación semafórica con base en un algoritmo, que registra la actividad de los autobuses para modificar los ciclos de luz verde con el propósito de reducir el gasto energético, el tiempo de traslado para los viajeros y el tráfico para otros usuarios de la vía pública.

Procesando la información específica de tráfico, el algoritmo jerarquiza esta información en tres pasos básicos: recolección de información observada, cálculo y ajuste para el ciclo semafórico posterior.

De este modo, gracias al algoritmo pueden ajustarse también los horarios de salida y llegada de los autobuses para ajustar el flujo y reducir los tiempos de retraso. Una adecuada regulación semafórica, que incorpore prioridad semafórica en favor de los vehículos del transporte público, acorta tiempos de recorrido, reduce gasto de recursos.

Existen varios sistemas de comunicación útiles para la prioridad semafórica, como:

1. Consiste en colocar sensores de movimiento en puntos determinados de una calle o avenida para comunicar al semáforo los patrones del flujo vehicular. Se ordena dicha información y se transmite a los sistemas de navegación del vehículo.
2. Cada vehículo tiene un dispositivo de registro que comunica a un servidor central información relativa a su posición, velocidad y movimiento para sugerir al conductor de la unidad una velocidad de aproximación hacia el semáforo en color verde. En el presente estudio consideramos que los buses no cuentan con elementos de control, siendo el sensor de detección vehicular el que interactúa con el controlador de tráfico.

3. Donde tanto el semáforo como el vehículo están equipados con sistemas de emisión y recepción de información en tiempo real.

Esto se logra mediante sistemas GPS y odómetros sobre el camino, así como aparatos de radiofrecuencia de corto alcance instalados en el servidor del semáforo.

Prioridad semafórica activa.

Algunos aspectos de diseño para la extensión o acortamiento de la fase incluyen: La técnica de prioridad activa o en tiempo real consiste en cambiar la fase semafórica, en el instante que un vehículo se aproxima a una intersección. El tiempo en verde mínimo de la calle de un lado se ajusta con base en la cantidad de tiempo que los peatones necesitan para cruzar la vía. La cantidad de extensión o avance de la señal en verde debe tener un límite máximo preestablecido.

2.2.3.2 Controlador local.

Es un sistema electrónico inteligente que establece y regula el funcionamiento de un grupo de semáforos, cambiando los patrones de luz en cada semáforo de acuerdo a una programación de tiempo y secuencia en cada instante en las intersecciones vehiculares, y a su vez interactúa (bidireccional) con el servidor central de tráfico semafórico, que es una plataforma que gestiona en forma centralizada y sincronizada con los controladores de la red, permitiendo dar solución al congestionamiento vehicular.

A continuación, en las figuras 13 y 14 se muestran el esquema de la red del sistema semafórico y el controlador de tráfico semafórico, respectivamente.

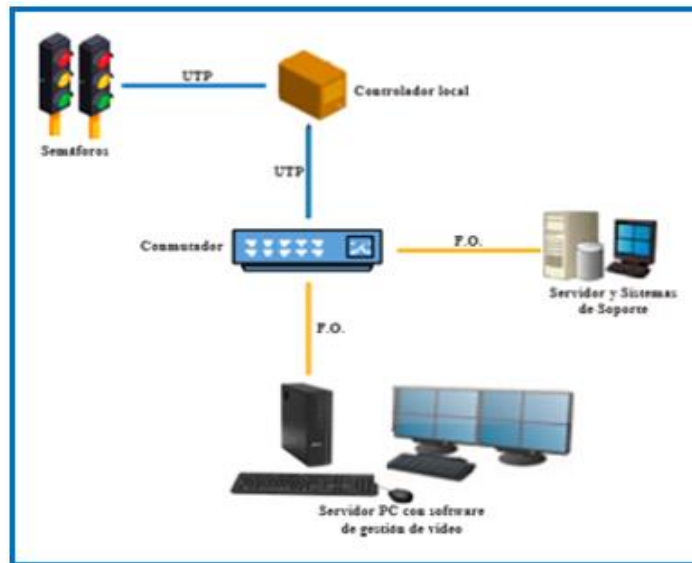


Figura 13. Esquema de la red del sistema de control de semaforización

Fuente: Elaboración propia

En el gabinete, se encuentra alojado el controlador, debe disponer de mecanismos dotados de filtros de protección, para que la temperatura interior no sobrepase la tolerada por los componentes, y produzca condensación.



Figura 14. Controlador de tráfico semafórico

Fuente: <https://www.aresdistribuciones.com/semaforos-en-peru/controlador-de-semaforo-trelec-detail>

2.2.4 Sistema de red de recaudo.

Es el sistema de gestión centralizado, que controla y permite adecuar la integridad de los ingresos y accesos realizados por los pasajeros al sistema de transporte. Permitiendo reducir los grandes tiempos de espera que acompañan el pago a bordo en metálico al

conductor. El sistema consta de los siguientes elementos: tarjeta inteligente sin contacto de medio de pago, torniquete o molinete, validador de medio de pago, equipo de venta y recarga automática, conmutadores y el sistema de gestión de control centralizado, según se indica en la figura 15.

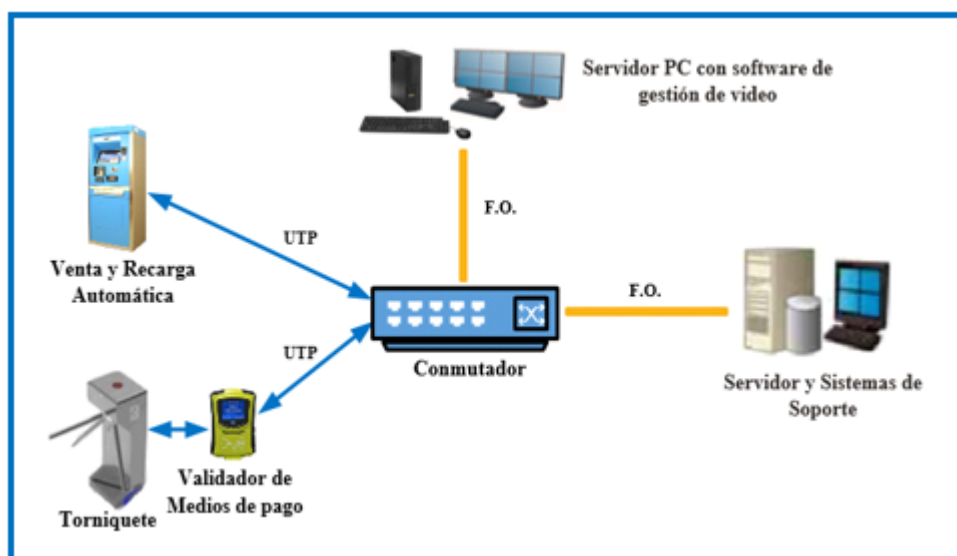


Figura 15. Esquema de la red del sistema de recaudo

Fuente: Elaboración propia

A continuación, describiremos las funciones de cada elemento.

2.2.4.1 Tarjeta inteligente sin contacto de medio de pago.

También se le denomina tarjeta de proximidad de radiofrecuencia, utilizada para los accesos a zonas de pago en las estaciones de transporte terrestre público. Basada en la tecnología NFC (siglas de Near Field Communication) de comunicación inalámbrica, de corto alcance y frecuencia alta, conocida por su eficiente comunicación bidireccional y alta seguridad, funciona según el principio de identificación por radiofrecuencia (RFID) en la que hay dos componentes; un equipo validador (lector) y una tarjeta. La tarjeta contiene la información y el lector lee esta información y realiza tareas basadas en esta información.

Las tarjetas están diseñadas para que se comunique con el dispositivo de lectura sin tener que insertarla, dentro del rango efectivo del lector. Permite realizar transacciones entre

la tarjeta de proximidad y el equipo validador de lectura / escritura que interactúa a su vez con el centro de control centralizado, grabando finalmente el saldo en la tarjeta.

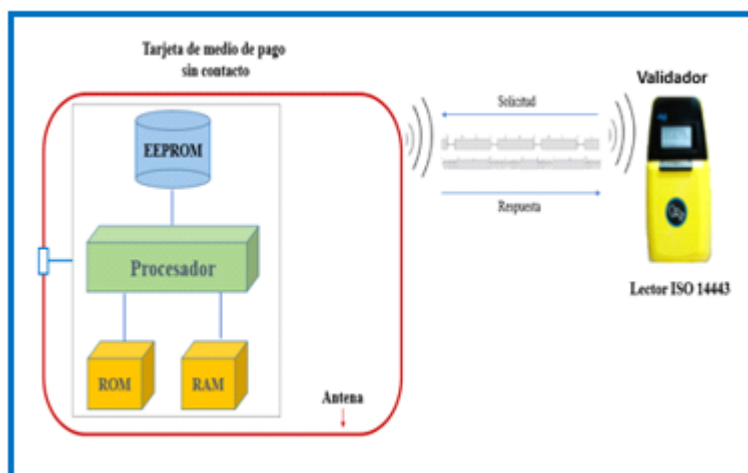


Figura 16. Esquema de comunicación de la tarjeta con el validador

Fuente: Elaboración propia

Cumple la norma ISO/IEC 14443 que define las características físicas, la interfaz de radiofrecuencia, los métodos de inicialización y anticolisión, y protocolos de transmisión. La tarjeta tiene incorporado un microchip integrado capaz de almacenar datos o programas, además tiene una espira de alambre o antena que recibe y envía información en forma de ondas de radiofrecuencia al equipo validador (lector). No necesita fuente de poder propia (pila eléctrica) ya que el lector de tarjeta genera un campo de inducción proporcionando la energía eléctrica y habilita un canal de comunicación para el intercambio de datos. En la figura 16, se muestra el esquema de comunicación.

2.2.4.2 Torniquete (o Molinete).

Mecanismo que restringe o permite el acceso del usuario después que se realiza la validación del medio de pago. En caso que la tarjeta inteligente no tenga saldo o no sea la tarjeta oficial, el torniquete bloqueara en forma automática no permitiendo el pase del usuario. Puede ser activado el torniquete en forma unidireccional, pudiendo también configurarse para que opere en forma bidireccional. El sistema debe ser estable, poco

ruidoso, amortiguar el impacto, y debe soportar elevadas vibraciones y torsiones. Se adjunta la figura 17.



Figura 17. Torniquete (o Molinete)

Fuente: <http://www.mikroelektronika.com/es/molinetes-y-puertas>

A continuación, se muestra la figura 18 en la cual los dispositivos del validador y el torniquete se activan, para dar acceso a los pasajeros.



Figura 18. Entrada a la estación de transporte

Fuente: https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/6401/1/S026444_es.pdf

2.2.4.3 Validador de medio de pago.

Los validadores de tarjetas inteligentes siempre incorporan un lector de tarjetas inteligentes, que permite el intercambio de datos con la tarjeta inteligente, utilizando tecnología sin contacto.

Es un sistema electrónico inteligente con un lector y grabador que interactúa con el servidor central de recaudo del centro de gestión centralizado, validando el medio de entrada

o acceso del usuario de la estación. La validación se lleva a cabo acercando la tarjeta inteligente de proximidad o sin contacto a un dispositivo de validación, dicho sistema da la orden al torniquete para que se libere logrando el acceso del usuario, en caso la orden es denegada debido a la falta de saldo o de una tarjeta no oficial, el torniquete queda bloqueada. Estos equipos están diseñados para los sistemas de cobro de tarifa automática, que permite brindar un servicio de cobro de pasajes sin efectivo, en forma eficiente, rápido y seguro, en las estaciones de transporte terrestre, y otros. Se instalarán en los controles de ingreso a las estaciones de los servicios de transporte, cuya función es la de descontar el saldo de transporte. Se adjunta la figura 19 del equipo validador.



Figura 19. Validador

Fuente: <http://www.mikroelektronika.com/es/validadores>

2.2.4.4 Máquina automática de venta y recarga de tarjetas.

La función de la máquina de recaudo (o expendedora) es la de prestar el servicio de venta y/o recarga de las tarjetas inteligentes sin contacto, almacena estas transacciones y envía automáticamente al servidor central de recaudo del centro de gestión centralizado. Permite la actualización de valor de la recarga en tiempo real. Acepta monedas y billetes. Se adjunta la figura 20.



Figura 20. Maquina automática de venta y recarga de tarjeta

Fuente: <http://www.fonadin.gob.mx/wp-content/uploads/2016/08/Seminario Transporte FONADIN FIMPE.pdf>

2.2.5 Productos utilizados en la red de transmisión de datos.

Los conmutadores (switches) que dan el acceso a los equipos terminales, deben ser industriales, debido a que los equipos se instalarán en armarios que están expuestos a la intemperie (temperatura, humedad, polvo, contaminación ambiental). Enseguida, se describen los productos y componentes utilizados en la red de datos

- a. Switch Cisco de la serie 300 Cisco Small Business: En cada estación permitirá ampliar la capacidad de puertos de los switch capa 2, según la figura 21. Utilizados para conectar terminales en la red LAN.

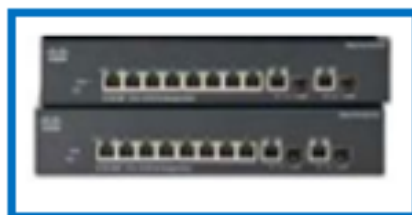


Figura 21. Switch Capa 2 para Equipo Terminal

Fuente: https://www.cisco.com/c/dam/en/us/products/collateral/switches/small-business-smart-switches/300_FINAL.pdf

- b. Módulo de Gestión y Procesamiento Central Switch SecFlow 4 RAD: De alta densidad, modular, switch Ethernet robusto, desplegado en entornos industriales exigentes con hasta 28 puertos GbE y PoE opcional. Se utiliza para la comunicación

con los Switch SecFlow 4 RAD en los anillos y con el switch Cisco en el Centro de Control. Se adjunta la figura 22.



Figura 22. Switch - Router SecFlow 4 RAD

Fuente: <http://www.isec.com.co/detalle-producto/secflow-4/>

- c. Módulo de Gestión y Procesamiento Central Switch SecFlow 2 RAD: Switch/Router Ethernet compacto reforzado, fabricado especialmente para entornos industriales exigentes con hasta 8×10/100BaseT y 2×100/1000BaseFX puertos. Se utilizará para el control de los terminales. Se adjunta la figura 23.



Figura 23. Switch - Router SecFlow2 RAD

Fuente: <http://www.isec.com.co/detalle-producto/secflow-2/>

- d. Medidor Localizador de fallas por luz en fibra MM/SM: Utilizado en el momento de implementación para verificar la operatividad de los enlaces de fibra óptica. Se adjunta la figura 24.

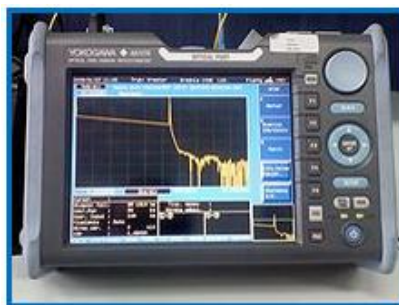


Figura 24. Dispositivos OTDR (Optical Time Domain Reflectometer)

Fuente: <https://es.wikipedia.org/wiki/OTDR>

- e. Armario de muro: Destinado para alojar equipos electrónicos y accesorios de los servicios de comunicaciones utilizados, van instalados dentro o fuera de la sala de equipos. Se adjunta la figura 25.



Figura 25. Armario compacto de acero y hermético

Fuente: <https://www.rittal.com/pees/product/list.action?category>

Path=/PG0001/PG0002SCHRANK1/PGR2685SCHRANK1

- f. Gabinete: Destinado para alojar equipos electrónicos y accesorios de los servicios de comunicaciones, van instalados dentro en la sala de equipos. Se adjunta la figura 26.

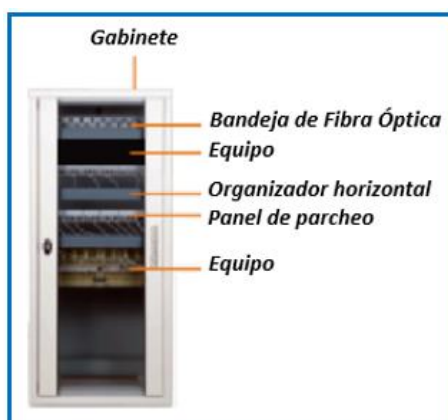


Figura 26. Gabinete de comunicaciones

Fuente: Elaboración propia

- g. Bandeja de fibra óptica: Se utiliza para almacenar y organizar los empalmes y conexionado de los cables de fibra óptica. Se adjunta la figura 27.



Figura 27. Bandeja de distribución mono/multimodo de fibra óptica

Fuente: <https://www.fibraoptica hoy.com/bandeja-para-distribucion-de-fibras/>

- h. Panel adaptador de fibra óptica: Permite enfrenar los conectores de fibra óptica tipo SC proveniente de los cables de acometida de fibra óptica, con los conectores de los cables patch cord para la conectividad de los equipos switch. Se adjunta la figura 28.



Figura 28. Panel adaptador SC de 6 puertos multimodo dúplex

Fuente: [https://es.rs-online.com/web/c/conectores/conectores-iec-conectores-y- para-red-electric accesorios/paneles-de-conexiones-de-fibra-optica/](https://es.rs-online.com/web/c/conectores/conectores-iec-conectores-y-para-red-electric accesorios/paneles-de-conexiones-de-fibra-optica/)

- i. Mufa Fibra Óptica Plana 48 Fibras: Utilizado como protección en los puntos de fusión en Redes de ff.oo y FTTH en red planta externa pura y. Se adjunta figura 29.



Figura 29. Mufa de Fibra Óptica 48 fibras - SIS 3114

Fuente: <http://www.sistcoin.cl/informatica/pdf/catalogos/Catalogo%20Fibra%20Optica.pdf>

Capítulo III. Metodología

3.1 Enfoque, Alcance y Diseño

El enfoque del proyecto de investigación es cualitativo porque se ha estudiado el desarrollo y calidad técnica en cada una de las redes recolectando sus datos (sin medición numérica) para determinar su interpretación determinando la red de servicio a, ser utilizada en la plataforma del sistema integrado de comunicaciones. Respecto al alcance, es una investigación del tipo descriptiva, debido a que muestra en forma detallada el diseño y características técnicas en cada una de las (05) redes, que son: de fibra óptica, de transmisión de datos, del servicio de videovigilancia, del servicio de recaudo (validador y máquina de venta/recarga) y la red del servicio de semaforización. Cada red tiene servidores que almacenan los datos y eventos de red. Es preciso señalar que el diseño estará conformado por sistemas muy diversos en cuanto a los elementos, y tienen perfiles técnicos diferentes. El diseño es de tipo fenomenológico, porque nos permite efectuar un análisis de cada red aplicando la ciencia en las redes de cada uno de los servicios y posteriores pruebas en las diferentes redes de la plataforma de comunicación.

3.2 Matrices de Alineamiento

3.2.1 Matriz de consistencia.

Con la finalidad de evaluar el grado de conexión lógica entre el título, el problema, los objetivos, las variables, las dimensiones y la metodología, se adjunta la matriz en el anexo 1.

3.2.2 Matriz de operacionalización de variables.

En el anexo 2 se ha elaborado la matriz concerniente a los aspectos de la variable, definición conceptual y operacional, las dimensiones, los indicadores e ítems.

3.3 Población y Muestra

La población de la ciudad de Chiclayo cuenta con 799,675 habitantes según datos del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) al 2017. El presente estudio está dirigido a la población económicamente activa (PEA) que utilizan el transporte público vehicular para desplazarse dentro de la ciudad. Al respecto, se ha considerado 16,640 de personas conformada por una fracción porcentual de ciudadanos que utilizan diariamente el transporte público urbano vehicular. En base a este dato se ha desarrollado el estudio de costos de la plataforma tecnológica de comunicaciones, cuyo estudio se desarrolla en el capítulo 4.3.4.

Cabe mencionar que, se ha considerado la muestra de 2 personas, dado que se realizó la entrevista personal con 2 funcionarios de la Municipalidad, a quienes se le formuló preguntas abiertas a fin de conocer detalles del servicio público del transporte terrestre urbano. Al respecto, se complementó mediante una guía de entrevista (anexo 3) después se realizaron preguntas más específicas (o cerradas) a fin de ampliar los datos que queremos recabar.

3.4 Técnicas e Instrumentos

La técnica elegida es mediante entrevista, ha consistido primeramente en la entrevista con funcionarios de la municipalidad, quienes manifestaron acerca de la problemática situación y congestión vehicular y que la comuna Chiclayana ha elaborado el plan regulador de rutas viales año 2,017 y un proyecto de contar con un corredor de transporte terrestre.

Los instrumentos corresponden a la recolección de datos obtenida de la entrevista y de la obtenida en la guía de entrevista, información acerca de la situación del transporte terrestre, plan de rutas viales; luego se coordinó con los funcionarios de la comuna Chiclayana concerniente al corredor vial donde se brindaría el servicio de transporte masivo.

3.5 Aplicación de Instrumentos

Luego de contar con la información se realizaron las siguientes actividades:

Se coordinó con funcionarios de la Municipalidad Provincial de Chiclayo, Subgerencia de Tránsito y Seguridad Vial, solicitando su apoyo referente a contar con información concerniente al transporte vehicular terrestre en la ciudad de Chiclayo. Al respecto, nos proporcionaron los antecedentes de la problemática del transporte vehicular en la ciudad y el Plan Regulador de Rutas año 2,016. Luego de analizar el plan de rutas y en coordinación con los funcionarios se estableció la ruta vial por donde se hará el trazado de la ruta del transporte de bus rápido, materia del presente trabajo de investigación.

Con fecha 16-12-2017, se coordinó con los funcionarios de la municipalidad respecto a la ubicación del centro de control y gestión, quienes recomendaron el edificio donde funciona el serenazgo, debido a tener ambientes grandes y desocupados.

De las entrevistas realizadas con los funcionarios de la Municipalidad, se logró establecer la ruta del tendido de la red de fibra óptica, así como la ubicación de las estaciones en las intersecciones de las calles asignadas.

De las rutas viales sugeridas por parte de los funcionarios de la municipalidad, se efectuó el trabajo en campo utilizando la herramienta Google Map donde se procedió a la asignación y la ubicación de las 12 estaciones y de los respectivos semáforos concerniente al corredor vial y también la ubicación del centro de control y gestión.

Capítulo IV. Resultados y Análisis

4.1 Situación Actual de la Red Vial y del Transporte en la Ciudad de Chiclayo

4.1.1 Situación actual de la red vial.

La red vial de la ciudad Chiclayo posee una forma radial concéntrica con un sistema vial convergente hacia el centro, cuyo origen se remonta a la funcionalidad inicial de la ciudad como centro de actividad comercial, donde el Mercado Modelo y el Parque principal constituyen los puntos de mayor influencia. Posee un área central delimitada por un “Anillo Vial”, reglamentado por la Ordenanza Municipal No 021-A-2003-GPCH, formado por la Av. González, y Arica, esta zona se denomina “Área Central”, atravesada por las Avenidas Av. J. Balta, Av. Luis González, Av. Pedro Ruiz, Calle Arica, Calle San José y Calle Elías Aguirre que son las vías principales para el tráfico de mayor volumen. Además, se encuentra regulado por la misma ordenanza, limitada por las avenidas y calles siguientes; Av. Chávez, Bolognesi, Av. J. Leonardo Ortiz, Av. Nicolás Piérola, Eufemio Lora y Lora, Av. Augusto B. Leguía y Av. Castañeda, esta zona de acuerdo con esta Ordenanza se denomina “Chiclayo Comercial”. Se puede apreciar en la figura 30 la zona central (línea azul) y la zona comercial (línea amarilla) de la ciudad de Chiclayo.

En resumen, la red vial del centro histórico está compuesta en su mayoría por calles estrechas de poca capacidad, pero no se observan posibilidades reales de transformación, debido a que cualquier ampliación de calzadas traería como consecuencia elevadas inversiones. Mientras que más allá de la zona central, la red vial de Chiclayo está conformada por un conjunto de vías que enlazan el Área Central con la periferia y con los distritos del área metropolitana, por lo general son ejes radiales conformados por continuidades naturales de penetración.

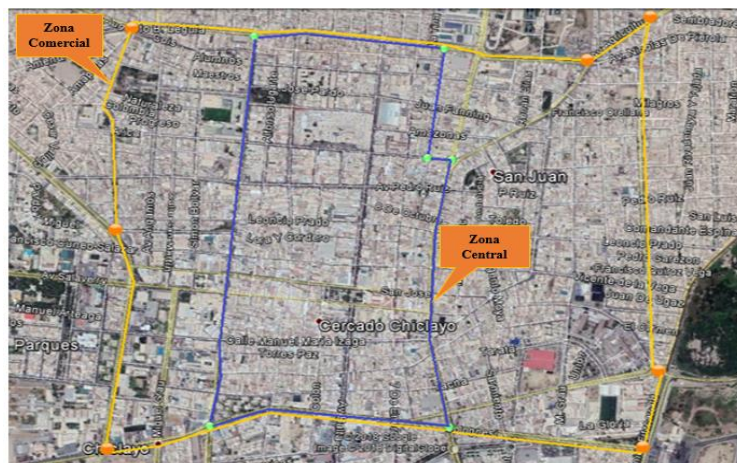


Figura 30. Anillo vial (zona central y comercial)

Fuente: Google Earth

Muchas de esas vías son avenidas con una buena capacidad vehicular, que en su mayoría poseen sección transversal con doble calzada, dos o más carriles por sentido, incluso berma central.

El problema principal identificado en casi la totalidad de los estudios realizados en la ciudad es la ausencia de vías perimetrales que funcionen como interconexión entre los ejes radiales

4.1.2 Oferta del transporte público.

La oferta del transporte público en la ciudad de Chiclayo aplica a los ómnibus, camionetas rurales, transporte individual (taxis), autos colectivos y moto taxis (servicios locales).

El total de la flota de vehículos destinados al transporte público (masivo e individual) en la ciudad de Chiclayo se calcula en 24,606 unidades, de acuerdo con los datos disponibles en los registros de la Gerencia de Desarrollo Vial y Transporte y el Centro de Gestión Tributaria de la Municipalidad Provincial de Chiclayo.

Con excepción del área restringida dentro del Anillo Central, se permite la circulación de mototaxis en el resto de la ciudad. Esta clase de vehículo es bastante utilizado y representa el 30% del transporte de la ciudad. La cantidad excesiva de mototaxis y la

competencia provoca que se cometan toda clase de violaciones por parte de los conductores en la búsqueda de pasajeros, realizando maniobras peligrosas poniendo en riesgo tanto a los pasajeros como al resto de los usuarios de la vía pública.

El resto de los vehículos de transporte también están limitados por la zona de restricción, que no les permite acceder al centro histórico de la ciudad. Esta limitante trae como consecuencia concentraciones de vehículos en paraderos oficiales e informales, utilizando terrenos, instalaciones y locales sin las más mínimas condiciones elementales para esta actividad que no garantizan un buen servicio ni para los conductores mucho menos para los pasajeros, sin mencionar que en muchos casos se estacionan en la vía pública frente a estos locales generando la respectiva obstrucción al tránsito. Según la figura 31 muestra la congestión vehicular.



Figura 31. Congestión vehicular en el centro de la ciudad de Chiclayo

Fuente: <https://www.laindustriadechiclayo.pe/noticia/1580162667-piden-censo-para-determinar-cuantos-taxis-deben-circular>, año 2020

4.2 Propuesta de Red del Sistema Integrado de Comunicaciones

Las etapas aplicadas para el diseño de un sistema integrado de comunicaciones, consisten en: i) plantear una visión del proyecto desde la perspectiva de la red de fibra óptica, ii) luego una visión del proyecto desde la perspectiva de la red de datos MAN, iii) y presentar el modelamiento del proyecto de red del Sistema Integrado de Comunicaciones. A continuación, se detallan estas etapas.

4.2.1 Visión del proyecto desde la perspectiva de la red de fibra óptica.

Con el transcurso del tiempo, los medios de transmisión de alta velocidad han sido desarrollados para satisfacer una necesidad creciente en transmisión de gran cantidad de datos bajo velocidades más altas y que muestren un mejor desempeño y estabilidad. Para eso se han implementado redes de fibra óptica; medio de transmisión físico que permite entre otras cosas, lograr inmunidad a la interferencia inductiva, transmisión de elevado ancho de banda y bajas pérdidas.

El proyecto que se presenta permitirá lograr la interconexión digital del sistema de comunicación para un ulterior servicio de transporte rápido para la ciudad de Chiclayo. Para poder identificar la visión según la perspectiva de redes de fibra óptica responderemos lo siguiente:

La implementación de una red de fibra óptica que formará parte de una infraestructura de comunicaciones interna que permitirá lograr la interconexión digital de las estaciones de bus con el Centro de Control (o Gestión) principal y así lograr una adecuada operación del servicio.

Como un proyecto de calidad y alta tecnología que marque la pauta para futuras implementaciones de redes de fibra óptica en diversas provincias del país como soporte a grandes proyectos de infraestructura; en las que características como alta disponibilidad,

servicios robustos y sostenibles en el tiempo; sean constantes a la hora de implementar proyectos que puedan cumplir y sobrepasar las expectativas de los interesados.

Siendo una red estable, de alta disponibilidad y auditable, que soporte la demanda requerida y que permita establecer una comunicación constante y rápida entre las estaciones y el Centro de Gestión que permitirá a los operadores contar con información las 24 horas al día logrando así una adecuada gestión del servicio.

Con estos puntos ya desarrollados, procedemos a describir la visión según la perspectiva de redes de fibra óptica:

Contar con una infraestructura de red de fibra óptica innovadora, de calidad, estable y sostenible que logre la interconexión de todas las estaciones con el Centro de Gestión y Control de la red en la ciudad de Chiclayo, logrando sustentar un servicio óptimo que va a satisfacer la demanda requerida por los demás servicios brindados y por el personal operativo a cargo. A continuación, se presenta en la figura 32 el diagrama de bloques para el diseño de una red de fibra óptica.

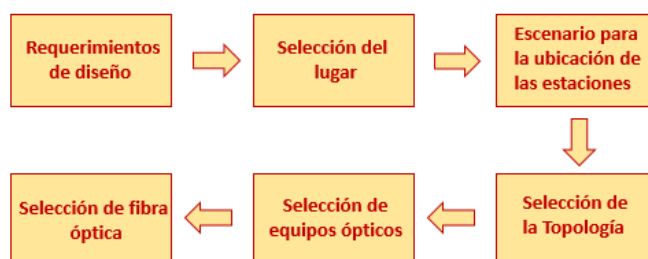


Figura 32. Diagrama de bloque del diseño de una red de fibra óptica

Fuente: Elaboración propia

4.2.2 Visión del proyecto desde la perspectiva de la red de datos MAN.

Para el proyecto presentado, además de una red de fibra óptica interna que interconecte las estaciones con el Centro de Gestión principal, debemos contar con una infraestructura tecnológica que interconecte el equipamiento a nivel interno hacia los equipos terminales e interactuando con el Centro de Gestión. El criterio de la evaluación se basará en la extensión geográfica, que según la distribución topológica planteada en este

proyecto podrá interconectar los elementos que componen nuestra red, a nivel interno; para lo cual emplearemos la red MAN. Una Red de Área Metropolitana (MAN) es una red de alta velocidad sobre un área geográfica extensa, con capacidad de integración de múltiples servicios mediante la transmisión de datos, voz y video; sobre medios de transmisión tales como fibra óptica o cobre en altas velocidades. La implementación de redes de datos que puedan interconectar los terminales de la red (voz, datos y video) con los que contará el proyecto, así como brindar un servicio de comunicación de datos que interconecte las estaciones, y la oficina central.

Brindando un servicio estable y escalable, garantizando el servicio tanto de voz, datos y video, cuya transmisión no se vea interrumpida en ningún momento contando con sistemas de redundancia a nivel de fibra óptica y soporte. Resguardando la calidad de transmisión de la información tanto a nivel físico como lógico, a una velocidad óptima e implementando políticas y estándares de conexión de los equipos (ej. Gabinete de comunicaciones, energía) con protocolos de comunicación y ancho de banda correctamente definidos.

Con estos puntos ya desarrollados, procedemos a describir la visión según la perspectiva de redes MAN: Debemos tener una infraestructura de red de datos estable y robusta que permita brindar un servicio óptimo a nuestros usuarios internos; así como ir a la vanguardia a nivel tecnológico en equipamiento de red que permitirá implementar mejoras en la operación de los servicios.

4.2.3 Modelamiento del Proyecto de Red del Sistema Integrado de Comunicaciones.

4.2.3.1 Información importante de la ciudad de Chiclayo.

La ciudad de Chiclayo se ubica en el departamento de Lambayeque, a una latitud de 6°.7720 y una longitud de 79°.8385. Es una ciudad industrial y comercial de la costa norte

del país, ubicada a 770 km al norte de Lima y a una altitud promedio de 30 metros sobre el nivel del mar. Limita con la provincia de Chepén por el sur y la provincia de Lambayeque por el norte.

La provincia de Chiclayo cuenta con 675,857 habitantes según datos del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) al 2017. Se adjunta la figura 33.



Figura 33. Imagen Satelital de Chiclayo

Fuente: Google Earth

4.2.3.2 Ruta planteada para el recorrido del tendido de fibra óptica.

De acuerdo con el levantamiento de la información realizada el día 16 de diciembre de 2017, en el que se solicitó apoyo de los funcionarios de la Municipalidad de Chiclayo; se pudo establecer la ruta basándose en los criterios de que exista una alta demanda de transporte público, que puedan conectar centros de actividad importantes a fin de apoyar la demanda y en zonas existentes o previstos de congestión a corto plazo que generen retrasos considerables en el servicio de autobuses; por lo que se propone el corredor vial exclusivo para el sistema en Chiclayo, que nos permitirá realizar el trazado de la troncal de fibra óptica.

El diseño del servicio incluye además una oficina donde funcionaría el Centro de Control y Gestión, ubicado en el centro de la ciudad de Chiclayo.

El corredor vial planteado constará de 12 estaciones (E01 a E12) donde discurre desde E01 Av. Juan Tomis cuadra 12 (salida a Pimentel) hasta la E12 Av. Bolognesi cuadra

10 (Aeropuerto), más una oficina del centro de control y gestión. El corredor vial recorrerá la ciudad por las avenidas que contienen mayor tráfico vehicular y el recorrido de la ruta será de oeste a este (Trébol de la salida a Pimentel hacia el Aeropuerto Internacional José Abelardo Quiñones) y de retorno por el mismo corredor. La separación entre estaciones será aproximadamente de 498 metros y con un carril de 3.50 metros de ancho, mientras que las estaciones tienen generalmente 4.0 metros de ancho de vía. Se muestra en la figura 34 el recorrido total de la ruta vial será de 5,481 kilómetros de E01 (inicio) a E12 (fin).

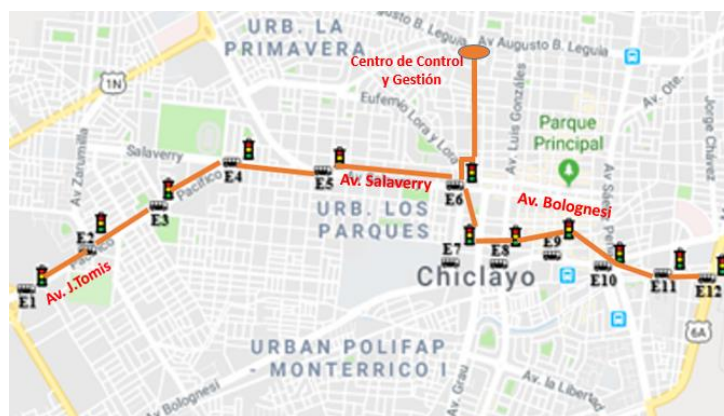


Figura 34. Recorrido de la ruta vial

Fuente: Google Earth

4.2.3.3 Estaciones y semáforos a lo largo de la troncal de fibra óptica.

Especificaciones:

- Se construirán 12 estaciones de las cuales todas serán superficiales.
- Longitud total del corredor vial: 5.48 Km, Ancho de la estación: 4 metros.
- Se ha considerado que las estaciones tienen una longitud de 76 metros aproximadamente, incluye la sala de ingreso a la estación.
- La distancia entre cada estación será de 498 metros aproximadamente.
- Intersecciones corredor vial reguladas por semáforos inteligentes: 12
- (2) Carriles segregados y exclusivos por sentido, Ancho: 3.5 metros cada uno.
- (02) Calzadas segregadas por sentido, ancho 7 metros

- (02) Carriles tráfico mixto por sentido, ancho 3.9 metros c/u.
- Cada estación contará con un controlador semafórico, 2 sensores - detectores de vehículos y 4 semáforos que regularan el tránsito instalados en la intersección de la avenida/calle donde se encuentre la estación.

Respecto al área utilizada en la sala de la estación de pasajeros indicamos que, debido a que la densidad poblacional en la ciudad de Chiclayo no es alta, la cantidad de pasajeros que concurrirán a las estaciones no son altas (respecto al servicio Metropolitano de Lima), por lo que se ha considerado que cada estación de transporte tenga solamente un primer piso, con una sala de embarque para el transporte de pasajeros en las unidades de ida y regreso.

En la siguiente tabla 4 se puede apreciar las ubicaciones y coordenadas de las estaciones y semáforos, así como las distancias entre estaciones.

Tabla 4.

Numero de estación	Ubicación	Coordenada - Estación		Coordenada - Semáforo		Distancia hacia la sgte. Estación (metros)	
		Latitud	Longitud	Latitud	Longitud		
1	Av. Juan Torris Stack (ex - Pacifico) cuadra 12 - Ref. altura Serati	67.7769	79.8719	6.777	79.8714	400.69	
2	Av. Juan Torris Stack cuadra 8 Calle Zarumilla	6.7751	79.8685	6.775	79.8682	533.51	
3	Av. Juan Torris Stack cuadra 3 con Av. Union cuadra 0	6.7726	79.8643	6.7723	79.8639	698.7	
4	Av. Salaverri cuadra 13 - Ref. Estadio Elias Aguirre	6.7698	79.8586	6.7698	79.8584	533.01	
5	Av. Salaverri cuadra 8 con Calle Pura - Ref. Hosp. Salud - Solidaridad	6.7703	79.8535	6.7704	79.8535	824.76	
6	Av. Salaverri cuadra 1 con Av. Leonardo Ortiz - Ref. Alt. Bo. de La Nacion	6.7711	79.8455	6.7712	79.8452	675.52	
7	Av. Leonardo Ortiz cuadra 4 con Av. Bolognesi - Ref. La Rotonda	6.7761	79.8458	6.7766	79.8459	363.67	
8	Av. Bolognesi cuadra 1 con Av. Luis Gonzales	6.7762	79.8432	6.7761	79.8428	464.39	
9	Av. Bolognesi cuadra 6 con Av. Balta	6.7755	79.8391	6.7756	79.8389	344.66	
10	Av. Bolognesi cuadra 9 con Calle Haya de La Torre	6.776	79.836	6.7759	79.8357	322.5	
11	Av. Bolognesi cuadra 11 con Calle Grau - Ref. Real Plaza	6.7764	79.8326	6.7764	79.8323	300.19	
12	Av. Bolognesi cuadra 14 con Av. Fitzcarrald cuadra 1 - Ref. Aeropuerto Internacional Jose Quiñones	6.7767	79.8303	6.7767	79.8299	5,481.60	Distancia Total
Centro de Gestión y Control	Av. Angamos 1055 Av. Manuel Pardo cuadra 6 - Central de Serenazgo	6.7645	79.8444				

Distribución de las estaciones, semáforos y coordenadas

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se muestran figuras referentes a las ubicaciones donde estarían instaladas las estaciones y el centro de gestión y control (CCM).

Centro de Control (CCM):

Ubicación: Av. Angamos 1055 con Av. Manuel Pardo cuadra 6 (Oficina de Control de Serenazgo de Chiclayo): Coordenadas Latitud: 6.7645 (6°45'52.22" S), Coordenadas Longitud: 79.8444 (79°50'39.86" O). Adjunto figuras las 35 y 36.



Figura 35. Ubicación del centro de control y gestión (CCM)

Fuente: Elaboración propia

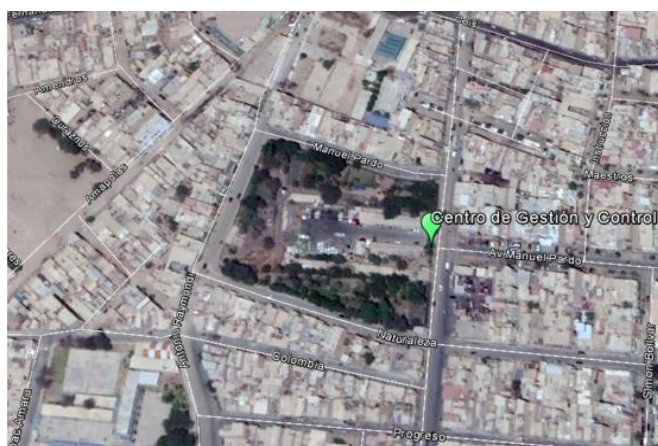


Figura 36. Ubicación del lugar en Google Earth (CCM)

Fuente: Elaboración propia

En la siguiente figura 37 se muestra el recorrido de la fibra óptica que interconectará el Centro de Control y Gestión (CCM) con todas las estaciones, pasando a través de la Estación N° 6. Se ha utilizado la distancia más corta de conexión hacia la línea troncal (1000 metros)



Figura 37. Interconexión de la Fibra Óptica - CCM con la estación nro. 6 (E6)

Fuente: Elaboración propia

Estación N°1 (E1):

Ubicación: Av. Juan Tomis Stack (ex - Pacífico) cuadra 12 - Ref. altura Senati,
 Coordenadas Latitud: 6.7769 (6°46'37.43" S), Coordenadas Longitud: 79.8719
 (79°52'18.72" O), Coordenadas del Semáforo – Latitud: 6.777 (6°46'37.20" S), Longitud:
 79.8714 (79°52'17.04" O). Adjunto las figuras 38 y 39.

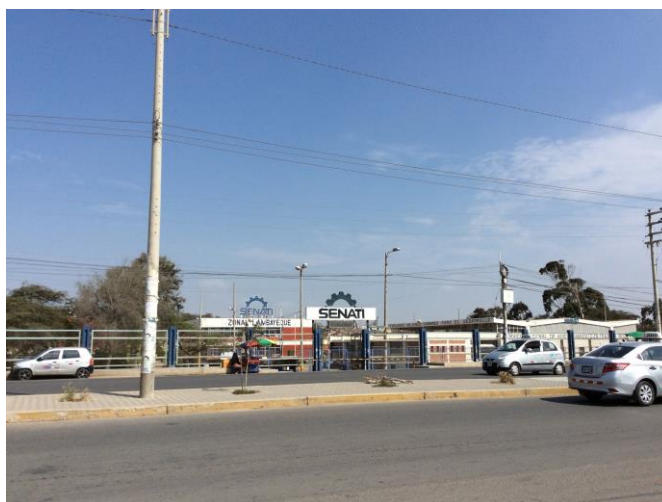


Figura 38. Ubicación de la estación nro. 1 (E1)

Fuente: Elaboración propia

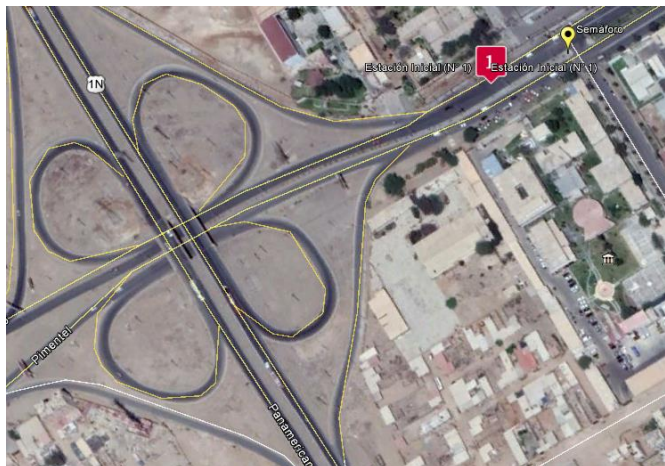


Figura 39. Ubicación del lugar en Google Earth (E1)

Fuente: Elaboración propia

Estación N°2 (E2):

Ubicación: Av. Juan Tomis Stack cuadra 8 con Av. Zarumilla, Coordenadas Latitud: 6.7751 (6°46'31.64" S), Coordenadas Longitud: 79.8685 (79°52'7.01" O), Coordenadas del Semáforo – Latitud: 6.775 (6°46'30.00" S), Coordenadas del Semáforo – Longitud: 79.8682 (79°52'5.52" O). Adjunto las figuras 40 y 41.

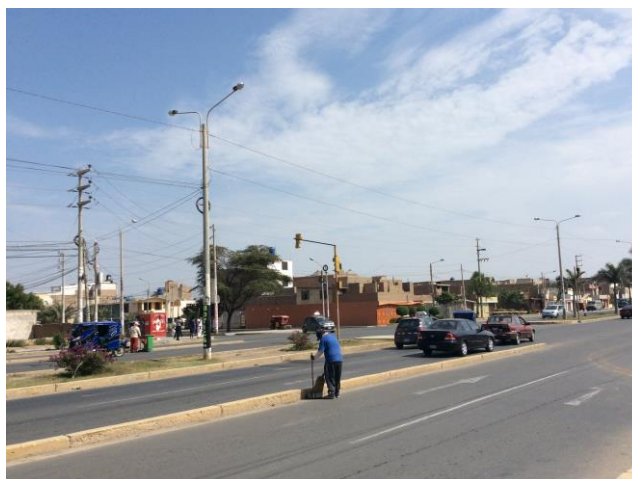


Figura 40. Ubicación de la estación nro. 2 (E2)

Fuente: Elaboración propia

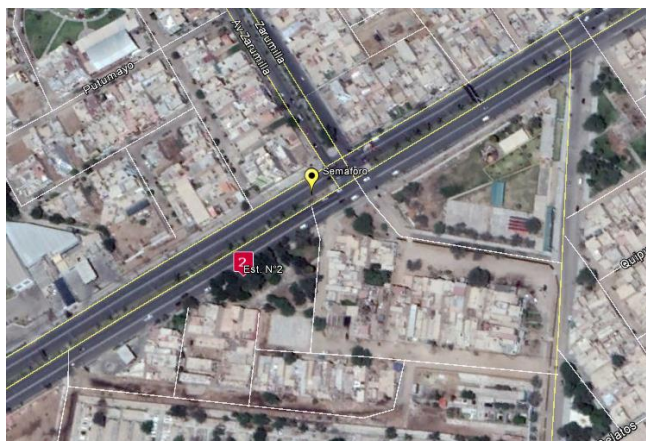


Figura 41. Ubicación del lugar en Google Earth (E2)

Fuente: Elaboración propia

Estación N°3 (E3):

Ubicación: Av. Juan Tomis Stack cuadra 3 con Av. Unión cuadra 0, Coordenadas Latitud: 6.7726 (6°46'21.36" S), Coordenadas Longitud: 79.8643 (79°51'51.48" O), Coordenadas del Semáforo – Latitud: 6.7723 (6°46'20.75" S), Coordenadas del Semáforo – Longitud: 79.8639 (79°51'50.67" O). Adjunto las figuras 42 y 43.



Figura 42. Ubicación de la estación nro. 3 (E3)

Fuente: Elaboración propia

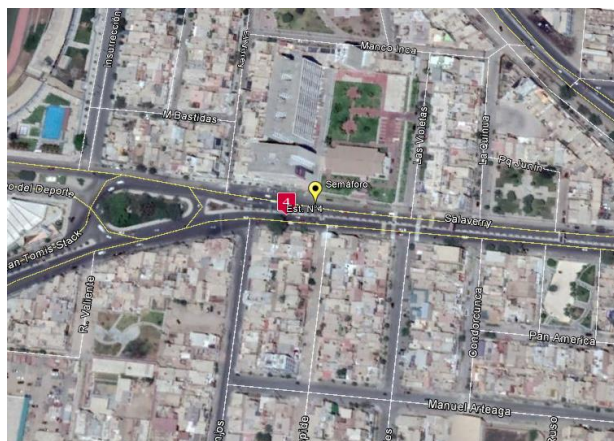


Figura 45. Ubicación del lugar en Google Earth (E4)

Fuente: Elaboración propia

Estación N°5 (E5):

Ubicación: Av. Salaverry cuadra 8 con Calle Piura - Ref. Hospital de Salud – Solidaridad, Coordenadas Latitud: 6.7703 (6°46'13.09" S), Coordenadas Longitud: 79.8538 (79°51'13.69" O), Coordenadas del Semáforo – Latitud: 6.7704 (6°46'13.44" S), Coordenadas del Semáforo – Longitud: 79.8535 (79°51'12.60" O). Adjunto las figuras 46 y 47.



Figura 46. Ubicación de la estación nro. 5 (E5)

Fuente: Elaboración propia

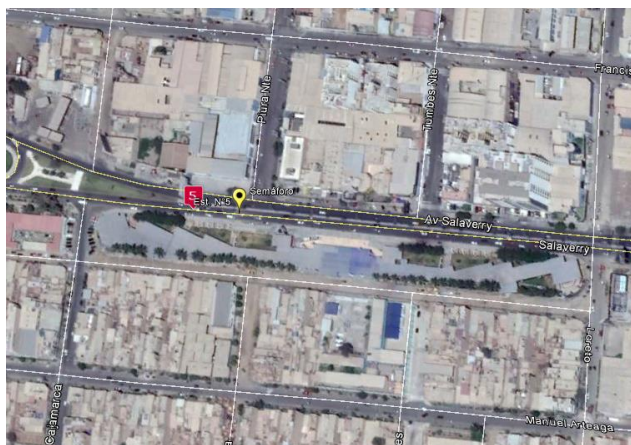


Figura 47. Ubicación del lugar en Google Earth (E5)

Fuente: Elaboración propia

Estación N°6 (E6):

Ubicación: Av. Salaverry cuadra 1 con Av. Leonardo Ortiz - Altura Bco. de La Nación
 Coordenadas Latitud: 6.7711 (6°46'16.83" S), Coordenadas Longitud: 79.8455 (79°50'47.07" O),
 Coordenadas del Semáforo – Latitud: 6.7712 (6°46'16.32" S),
 Coordenadas del Semáforo – Longitud: 79.8452 (79°50'42.72" O). Adjunto las figuras 48 y 49.



Figura 48. Ubicación de la estación nro. 6 (E6)

Fuente: Elaboración propia

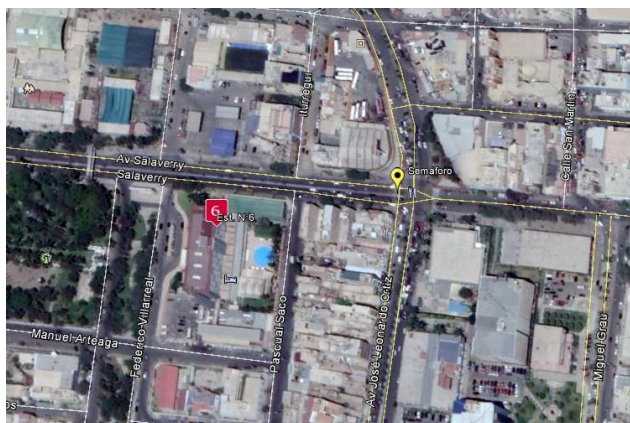


Figura 49. Ubicación del lugar en Google Earth (E6)

Fuente: Elaboración propia

Estación N°7 (E7):

Ubicación: Av. Leonardo Ortiz cuadra 4 con Av. Bolognesi - Ref. La Rotonda,
 Coordenadas Latitud: 6.7761 (6°46'33.96" S), Coordenadas Longitud: 79.8458
 (79°50'44.88" O), Coordenadas del Semáforo – Latitud: 6.7712 (6°46'35.76" S),
 Coordenadas del Semáforo – Longitud: 79.8452 (79°50'45.24" O). Adjunto las figuras 50 y
 51.



Figura 50. Ubicación de la estación nro. 7 (E7)

Fuente: Elaboración propia



Figura 51. Ubicación del lugar en Google Earth (E7)

Fuente: Elaboración propia

Estación N°8 (E8):

Ubicación: Av. Bolognesi cuadra 1 con Av. Luis Gonzáles, Coordenadas Latitud: 6.7762 (6°46'34.35" S), Coordenadas Longitud: 79.8432 (79°50'35.52" O), Coordenadas del Semáforo – Latitud: 6.7761 (6°46'33.96" S), Coordenadas del Semáforo – Longitud: 79.8428 (79°50'34.08" O). Adjunto las figuras 52 y 53.



Figura 52. Ubicación de la estación nro. 8 (E8)

Fuente: Elaboración propia



Figura 53. Ubicación del lugar en Google Earth (E8)

Fuente: Elaboración propia

Estación N°9 (E9):

Ubicación: Av. Bolognesi cuadra 6 con Av. Balta, Coordenadas Latitud: 6.7755 (6°46'31.80" S), Coordenadas Longitud: 79.8391 (79°50'20.76" O), Coordenadas del Semáforo – Latitud: 6.7756 (6°46'32.16" S), Coordenadas del Semáforo – Longitud: 79.8389 (79°50'20.04" O). Adjunto las figuras 54 y 55.



Figura 54. Ubicación de la estación nro. 9

Fuente: Elaboración propia

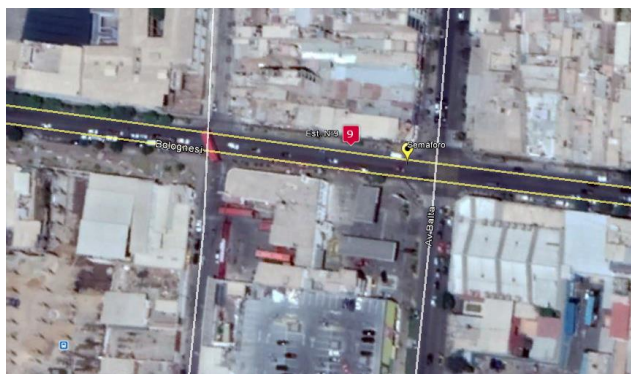


Figura 55. Ubicación del lugar en Google Earth (E9)

Fuente: Elaboración propia

Estación N°10 (E10):

Ubicación: Av. Bolognesi cuadra 9 con Calle Haya de La Torre, Coordenadas Latitud: 6.776 (6°46'31.80" S), Coordenadas Longitud: 79.836 (79°50'20.76" O), Coordenadas del Semáforo – Latitud: 6.7759 (6°46'32.16" S), Coordenadas del Semáforo – Longitud: 79.8357 (79°50'20.04" O). Adjunto las figuras 56 y 57.



Figura 56. Ubicación de la estación nro. 10 (E10)

Fuente: Elaboración propia

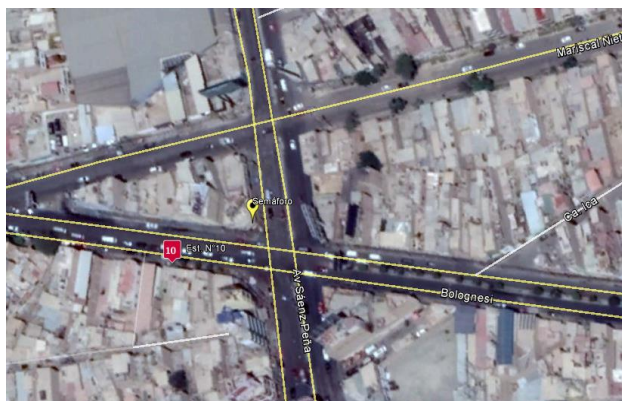


Figura 57. Ubicación del lugar en Google Earth (E10)

Fuente: Elaboración propia

Estación N°11 (E11):

Ubicación: Av. Bolognesi cuadra 11 con Calle Grau - Ref. Real Plaza, Coordenadas Latitud: 6.7764 (6°46'34.82" S), Coordenadas Longitud: 79.8326 (79°49'59.23" O), Coordenadas del Semáforo – Latitud: 6.7764 (6°46'35.14" S), Coordenadas del Semáforo – Longitud: 79.8323 (79°49'56.56" O). Adjunto las figuras 58 y 59.



Figura 58. Ubicación de la estación nro. 11 (E11)

Fuente: Elaboración propia

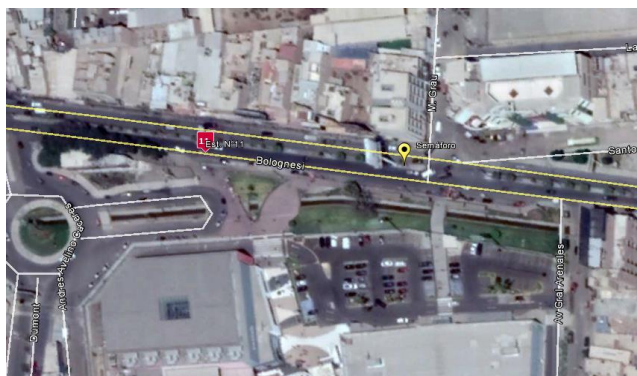


Figura 59. Ubicación del lugar en Google Earth (E11)

Fuente: Elaboración propia

Estación N°12 (E12):

Ubicación: Av. Bolognesi cuadra 14 con Av. Fitzcarrald cuadra 1 - Ref. Aeropuerto Internacional José Quiñones, Coordenadas Latitud: 6.7767 (6°46'35.91" S), Coordenadas Longitud: 79.8303 (79°49'50.70" O), Coordenadas del Semáforo – Latitud: 6.7767 (6°46'36.10" S), Coordenadas del Semáforo – Longitud: 79.8299 (79°49'47.80" O).
Adjunto las figuras 60 y 61.



Figura 60. Ubicación de la estación nro. 12 (E12)

Fuente: Elaboración propia



Figura 61. Ubicación del lugar en Google Earth (E12)

Fuente: Elaboración propia

4.2.3.4 Posibilidad de expansión del servicio.

En un futuro se prevé expandir el servicio hacia los extremos este y oeste de la ciudad debido al crecimiento geográfico de la misma y a la necesidad, por parte de la población de acceder a los mismos servicios. Con esto se dinamizará el traslado de personas y la economía de la ciudad. Por el lado este se proyecta llegar hacia el distrito de Tumbán, localizado a 16 kilómetros aproximadamente de la estación final (lado este) del proyecto. Adjunto la figura 62.

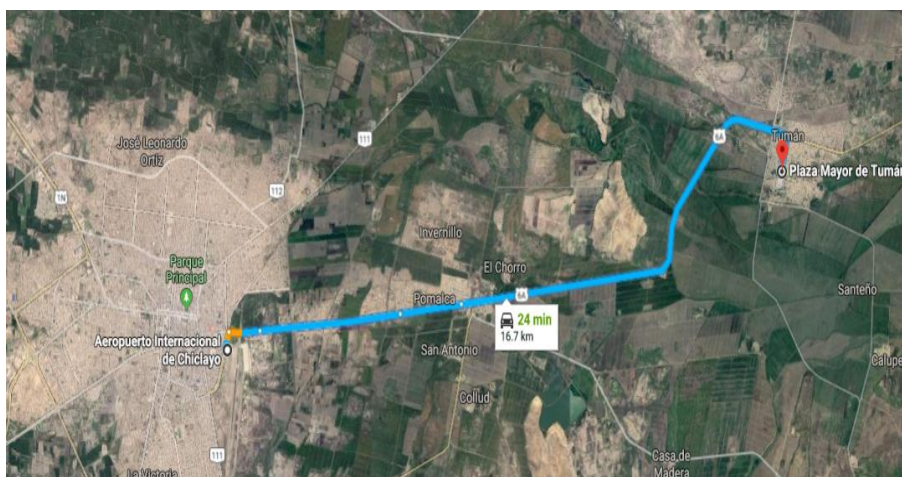


Figura 62 .Ubicación del lugar en Google Earth de la expansión este

Fuente: Elaboración propia

Por el lado oeste se proyecta llegar hacia el distrito de Pimentel, localizado a 10 kilómetros de la estación inicial (lado oeste) del proyecto. Adjunto la figura 63.

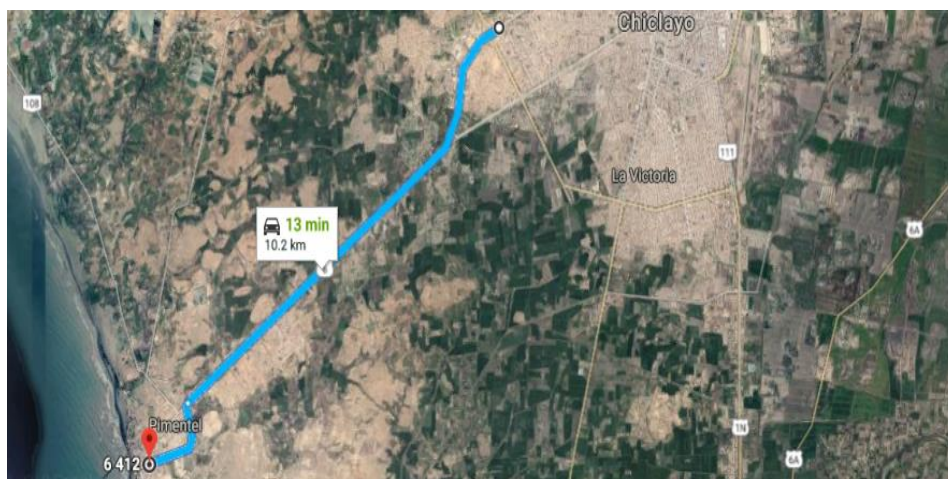


Figura 63. Ubicación del lugar en Google Earth de la expansión oeste

Fuente: Elaboración propia

4.3 Requerimientos Técnicos del Sistema Integrado de Comunicaciones

4.3.1 Diseño de la infraestructura de comunicaciones de la red.

4.3.1.1 Aspectos técnicos generales.

Según lo expuesto en capítulos anteriores, se plantea brindar una solución integral, con un alto grado de disponibilidad, ancho de banda adecuado, seguridad, soporte, y previsión contra la obsolescencia. En el presente estudio, la información técnica concerniente a las especificaciones técnicas generales de los productos de los fabricantes que se brindan a continuación serán tomadas como referencia.

La solución propuesta, se basa en los siguientes aspectos técnicos generales:

- a) *Ancho de banda*; La elección del ancho de banda necesario para atender todos los requerimientos presentes y futuros para una transmisión sin pérdida de información, entre los equipos terminales y el Centro de Control.
- b) *Alto grado de disponibilidad*: La elección de la topología elegida se basa en un arreglo de anillos de fibra óptica, la que permitirá una vía de respaldo (recomendación G.8032) ante situaciones de falla o avería a nivel del medio de transporte.
- c) *Previsión frente a las condiciones de intemperie y cambios de temperatura*: Que tendrá que soportar el equipamiento y los gabinetes a implementar y que son

originados por el polvo, la polución, la humedad y las variaciones de la temperatura. Las características técnicas de los equipos elegidos, deberán definirse de equipos industriales, robustos y gabinetes herméticos. Para los equipos de videovigilancia en exteriores deberán cumplir con grados de certificación IK10 e IP66 mínimo.

- d) *Previsión contra la obsolescencia por cambios en la tecnología:* El diseño y selección del equipamiento deberá considerar una previsión razonable por cambios tecnológicos.
- e) *Solución Integral:* El diseño se basa en una plataforma de comunicaciones que integre y satisfaga diversas necesidades de comunicación que son de: control de recaudo, control de cruceros semaforizados y control de videovigilancia.
- f) *Soporte técnico y logístico:* La solución planteada será en base a la selección de marcas reconocidas a nivel mundial y con un representante de distribución en Perú.

4.3.1.2 Implicaciones del ancho de banda.

El ancho de banda como elemento fundamental del proyecto, se define como a la cantidad de información que puede fluir a través de una conexión de red en un periodo de tiempo. La importancia del ancho de banda, se basa en la necesidad del transporte de información en formatos digitales (voz, video y dato) según la capacidad requerida. Para determinar el ancho de banda que debe mantener un enlace determinado, hay que tener en cuenta los elementos y medios físicos que la conforman, y la información que fluirá a través de ella. La capacidad de la red va a aumentar por el uso de elementos que aprovechan mayor ancho de banda, por ejemplo, las aplicaciones que permiten videovigilancia. Al respecto, es necesario contar con un sistema de monitoreo de red, soporte importante para resolver problemas y supervisar en forma proactiva el rendimiento de la red. Tal es el caso que, si un puerto del conmutador presenta una utilización de ancho de banda alta, se tendrá que analizar las estadísticas en on-line para ese puerto.

En este proyecto se busca que el ancho de banda elegido pueda satisfacer la demanda de datos (Mbps o Gbps) requerido para dar operación a los servicios indicados, estos deben ser garantizados ya que el flujo de información será constante y deberá ser evaluado y analizado constantemente para poder establecer o mejorar la distribución y operación de los componentes que conforman la red.

4.3.2 Especificaciones técnicas del sistema de Videovigilancia.

El desarrollo del diseño se realizará en forma consistente mediante una evaluación integral de las necesidades, permitiendo la selección e instalación de los equipos adecuados, que deben considerarse con los requerimientos funcionales, operativos y de infraestructura.

- Los requisitos funcionales consisten en definir las necesidades de cobertura de la cámara (área de vigilancia), como un área perimetral o un punto de acceso.
- Los requisitos operativos especifican que información se espera que proporcione este sistema, dadas las condiciones de operación existentes, que incluyen operaciones diurnas y nocturnas, iluminación, condiciones climáticas y cambios de temperatura.
- Los requisitos de infraestructura, se debe definir si se utilizara cables de fibra o utp, fuentes de energía, gabinetes, y otros.
- Referente a los requisitos de retención de video, concierne a definir las necesidades de retención y almacenamiento de video de la red.
- El ancho de banda y el almacenamiento en disco son requisitos necesarios en el diseño de sistemas de videovigilancia.

De lo mencionado, para plantear el diseño del sistema de videovigilancia basado en IP, debemos considerar primero el tipo de cámara que se necesita, determinando el escenario de la estación de pasajeros a ser supervisada, las condiciones de iluminación, la distancia desde la posición de la cámara al objeto que queremos grabar, el ángulo de visión necesario

y la densidad de tráfico de pasajeros. También calcularemos los requisitos del ancho de banda y del almacenamiento en disco.

Al respecto, teniendo en cuenta la frecuencia que las cámaras necesitan visualizar y grabar, para nuestro diseño se requiere de: 15 días de grabación continua durante las 24 horas del día que estarán activas por motivo de seguridad contra ingresos de intrusos y para casos de actos vandálicos, conectadas a la infraestructura de la red de interconexión (conmutadores, enlaces de fibra óptica), el tipo de servidor y el software de gestión de video. Referente a los días y horas de la semana, se ha considerado el monitoreo y grabación de las cámaras durante las 24 horas del día y la grabación de los archivos de video durante (15) días, debido a que la densidad poblacional de la ciudad no es alta y esto se reflejara en la utilización de los buses.

A continuación, plantearemos los aspectos técnicos de diseño de los elementos considerados en la red:

4.3.2.1 Cálculo del ancho de banda y del almacenamiento de la red videovigilancia.

Las variables relevantes a considerar para el cálculo del ancho de banda son: el número de cámaras, la resolución, la compresión, velocidad de tramas (o cuadros) por segundo FPS, y el tiempo de grabación o días de grabación.

Para el cálculo del ancho de banda y del espacio en el disco duro para la grabación de las imágenes de video, se ha utilizado en nuestro estudio las herramientas del fabricante de los modelos y marca de los equipos que proponemos Wisenet TOOLBOX; Wisenet TOOLBOX PLUS. Adjunto en la figura 64 los modelos de cámaras Wisenet.



Figura 64. Modelos de cámaras de videovigilancia

Fuente: <https://www.hanwha-security.com/en/technical-guides/online-tool/>

En los gráficos y líneas abajo se muestra todo el estudio de cálculo de BW (ancho de banda), Storage (almacenamiento) y sus respectivos parámetros para el presente estudio.

De acuerdo a los objetivos a cubrir se tienen los siguientes modelos referenciales de cámaras de videovigilancia profesional IP.

QNO – 7080R: Cámara Fija Tipo Bala IR 4MPX, para la sala de embarque.

QNP – 6230RH: Cámara Móvil Domo PTZ IR 2MPX, para la sala de embarque.

PNM – 9084RQZ: Cámara Multidireccional IR 4 x 2MPX, para la intersección vial.

Consideraremos grabación en full resolución, full FPS, H265@15 días en grabación continua.

Se consideran 36 Cámaras fijas tipo Bala, 12 Cámaras móviles Domo PTZ y 12 Cámaras Multidireccionales las cuales cuentan con 4 lentes que corresponden a 4 Canales de video independientes; según estudio realizado sobre la necesidad en el proyecto del servicio de videovigilancia.

Del cálculo indicado en los gráficos líneas abajo el resultado es:

Ancho de banda (BW): 380.47 Mbps

Espacio de almacenamiento (Storage) en disco: 61.64 TB

El cálculo de BW del enlace saldría del resultado de dividir el BW total /3 (enlaces o anillos de F.O.) lo que sería BW del enlace = $380.7 \text{ Mbps} / 3 = 126.82 \text{ Mbps}$.

A continuación, presentaremos el cálculo para cada modelo de cámaras propuesto calculado con la herramienta propia del fabricante Wisenet Toolbox,

QNO – 7080R:

Cámara Fija Tipo Bala IR 4MPX

Se considera la resolución a 4 Mpx@20 fps, compresión en H.265, grabación continua y 15 días como se puede apreciar en la figura 65 el total del cálculo para las 36 cámaras sería:

BW: 185.81 Mbps

Storage: 30.10 TB

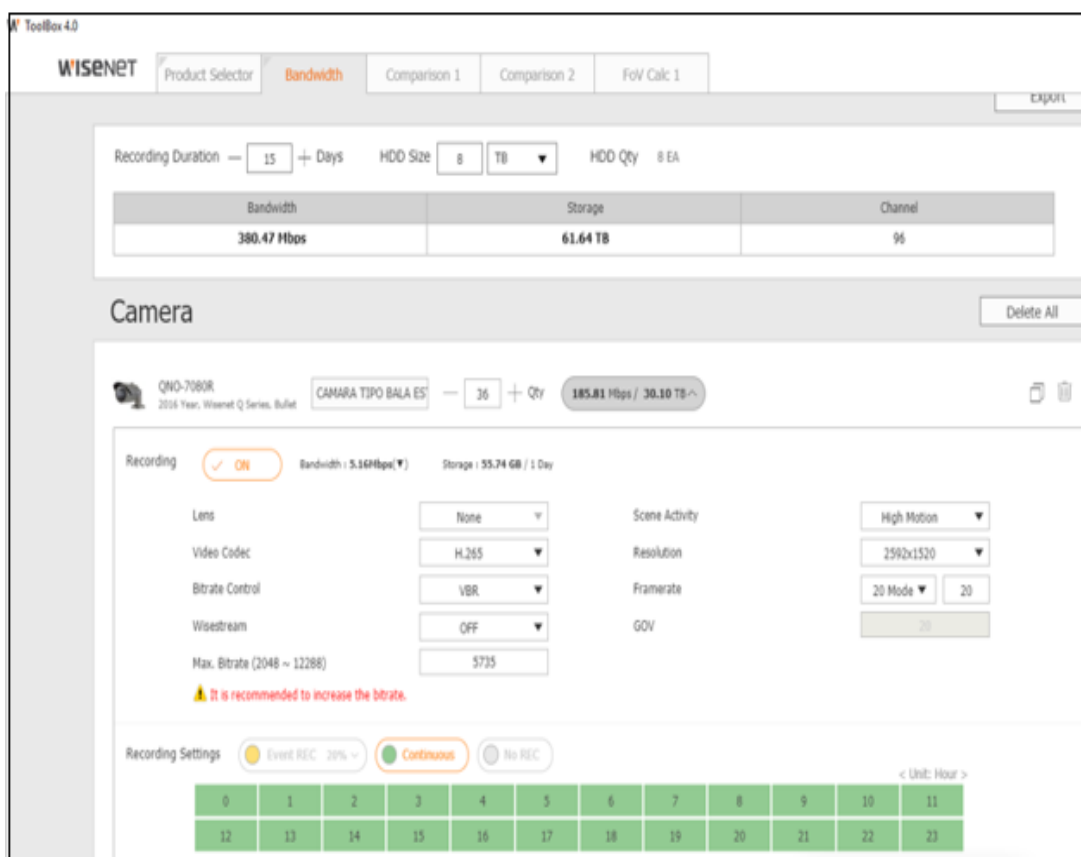


Figura 65. Cálculo de ancho de banda y almacenamiento - cámara QNO - 7080R

Fuente: <https://www.hanwha-security/en/home>

QNP – 6230RH:

Cámara Móvil Domo PTZ IR 2MPX

Se considera la resolución a 2 Mpx@30 fps, compresión H.265, grabación continua 15 días; cómo se puede apreciar (en la figura 66) el total del cálculo para las 12 cámaras seria:

BW: 53.09 Mbps

Storage: 8.60 TB

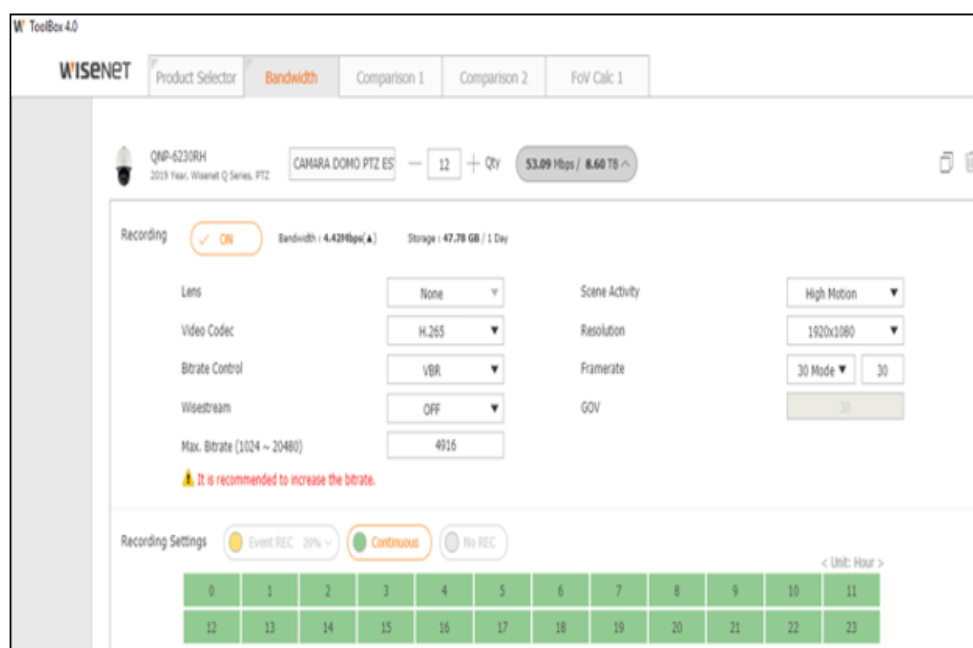


Figura 66. Cálculo de ancho de banda y almacenamiento - cámara QNP - 6230H

Fuente: <https://www.hanwha-secu/home>

PNM – 9084RQZ:

Cámara Multidireccional IR 4 x 2MPX,

Se considera la resolución a 2 Mpx@30 fps, compresión en H.265, grabación continua y 15 días; para cada uno de los 4 canales de cada cámara, como se puede apreciar (en la figura 67) el total del cálculo para las 12 cámaras o 48 canales seria:

BW: 141.57 Mbps

Storage: 22.93 TB



Figura 67. Cálculo de ancho de banda y almacenamiento - cámara PNM - 9084RQZ

Para hacer la selección del NVR (NETWORK video recorder), requeriremos el equipo de mayor capacidad de canales de grabación de esta línea que sería el PRN-4011. Que soporta hasta 64 canales y proporcionara la capacidad de HDD necesarios de acuerdo al cálculo realizado arriba. Así mismo se considerará por la seguridad de la grabación la redundancia con RAID5. Como se ve en la figura 68 líneas abajo se requerirán 2 equipos PRN-4011-40TB. Como se aprecia en los cálculos mostrados, se obtiene el ancho de banda por cada modelo de cámara.

QNO-70870R 5.16 Mbps

QNP-6230RH 4.42 Mbps

PNM-9084RQZ 11.80 Mbps (sumados los 4 lentes)

Y el espacio de almacenamiento por cada modelo de cámara por un tiempo de grabación de 15 días.

QNO-70870R 836.16 GB

QNP-6230RH 716.75 GB

PNM-9084RQZ 1.91 TB (sumados los 4 lentes)



Figura 68. Grabador de video NVR - Modelo referencial PRN 4011

Fuente: <https://www.hanwha-security.en/home>

Para el cálculo del ancho de banda y el espacio en disco duro requerido en la red, nos remitimos a la figura 118 correspondiente a la topología de la red de la plataforma de comunicaciones, donde muestra que se tiene 3 anillos ópticos, cada anillo contiene (04) estaciones, y (08) cámaras por cada estación de pasajeros, de los cuales (04) cámaras corresponden al sistema de la red de videovigilancia distribuidas según se muestra en la figura 69, que comprende (01) cámara IP Fija tipo bala IR instalada en la entrada de la estación, (02) cámaras IP Fija tipo bala IR instaladas en la sala de embarque, (01) cámara Móvil IP tipo Domo PTZ IR instalado en el centro de la sala de embarque, y la Cámara Fija IP Multidireccional IR compuesta por 4 lentes independientes instalada en las intersecciones de las calles para la vigilancia peatonal y seguridad dentro de la sala de embarque, también permitirá asistir a los operadores del centro de control, actuar como sensores de volumen del tránsito vehicular del sistema de la red de control semafórico.

Con los datos mencionados, obtenemos el ancho de banda total requerido en cada enlace óptico que conecta el conmutador principal con cada anillo. Tenemos entonces que:

Ancho de banda= 8 cámaras/estación x 4 estaciones x 1 anillo = ancho de banda total / 3 anillos= 380.7 Mbps /3 =126.82 Mbps x Anillo, valor muy por debajo del enlace óptico de 1 Gbps.

A continuación, obtenemos el espacio total de disco duro (grabación centralizada) requerido en los NVR del sistema de Videovigilancia de Chiclayo, ubicado en la sala de

equipos del centro de control, encargado de capturar y almacenar las imágenes provenientes de las cámaras. Se tiene 32 cámaras por anillo, en la red tenemos 3 anillos, por lo tanto, el espacio total en el disco duro es de: Espacio de almacenamiento total: 8 cámaras/estación y 4 estaciones/anillo x 3 anillos = 61.64 TB.

4.3.2.2 *Calculo de FOV (Angulo de Visión) requerido por las cámaras.*

Existen herramientas para el cálculo de lentes, siendo las más populares los programas y páginas web que permiten hacer el estimativo de la escena a obtener. Son (04) los parámetros que se relacionan entre sí: tamaño del sensor, distancia de la cámara al objetivo, tamaño del objetivo y distancia focal del lente. Aquí realizaremos los cálculos respectivos para cada modelo de cámara con respecto al ángulo de visión (FOV). Consideraremos los detalles dados en los siguientes gráficos de las figuras 69 y 70, muestra la distribución de los equipos y las dimensiones en la sala de embarque de la estación de pasajeros.

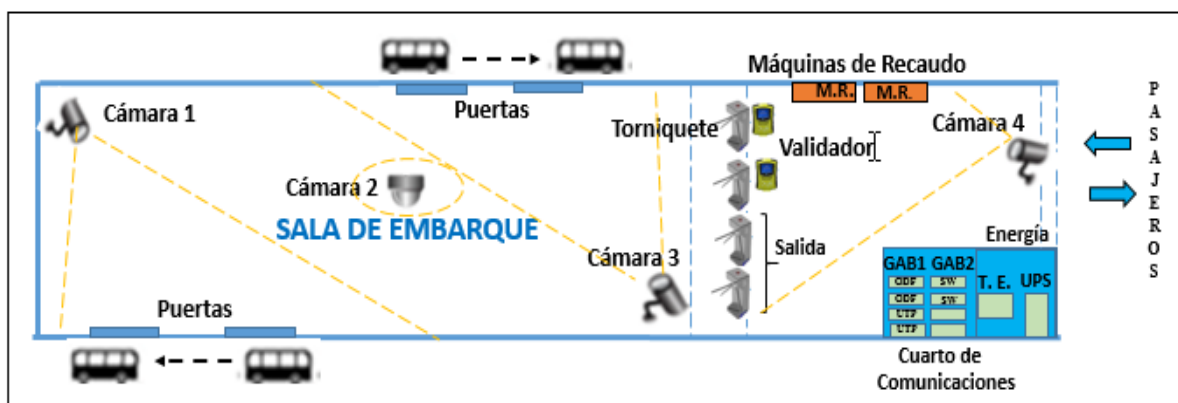


Figura 69. Distribución de los equipos en la sala de embarque

Fuente: Elaboración propia

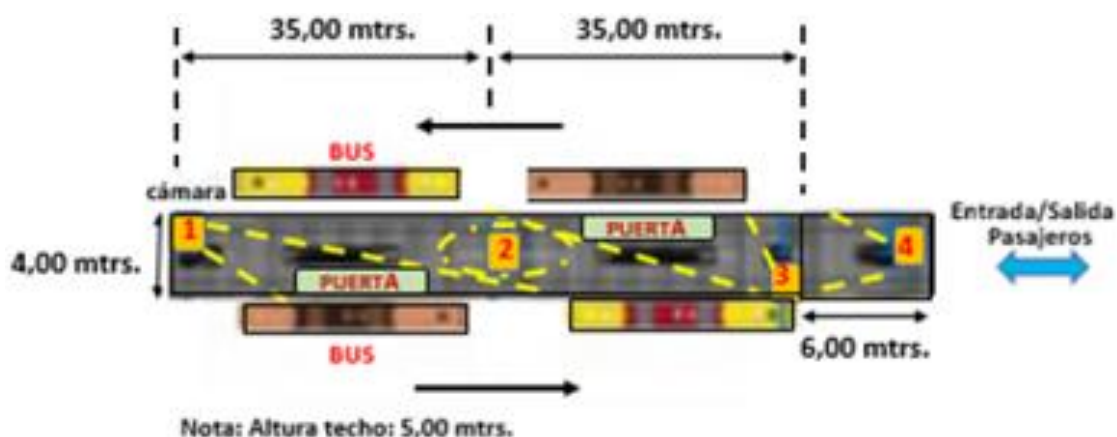


Figura 70. Dimensiones de la sala de embarque

Fuente: Elaboración propia

QNO-7080R:

Las cámaras IP Fija Tipo Bala IR cuentan con una cobertura compacta que incluye el lente, en este caso un lente varifocal de 2.8 a 12 mm que permite monitorear constantemente un punto determinado. Así mismo permite poder regular la longitud focal del lente si queremos tener una vista con mayor o menor ángulo.

Por ser compactas tienen ventajas a nivel estético y de instalación ya que cuentan también con un brazo integrado para montaje.

Este modelo de 4 Mpx de resolución, incluye IR de 30 metros el cual permite a la cámara ver en condiciones de baja luz u oscuridad total. Así mismo cuenta con el compresor H.265 permite aproximadamente una reducción del 50% de storage y ancho de banda con respecto al H.264 y adicionalmente cuenta con el códec inteligente del fabricante en este caso WiseStream que permite optimización adicional.

A continuación, utilizando las herramientas del fabricante WiseStream obtenemos el FOV. Se adjunta figura 71.

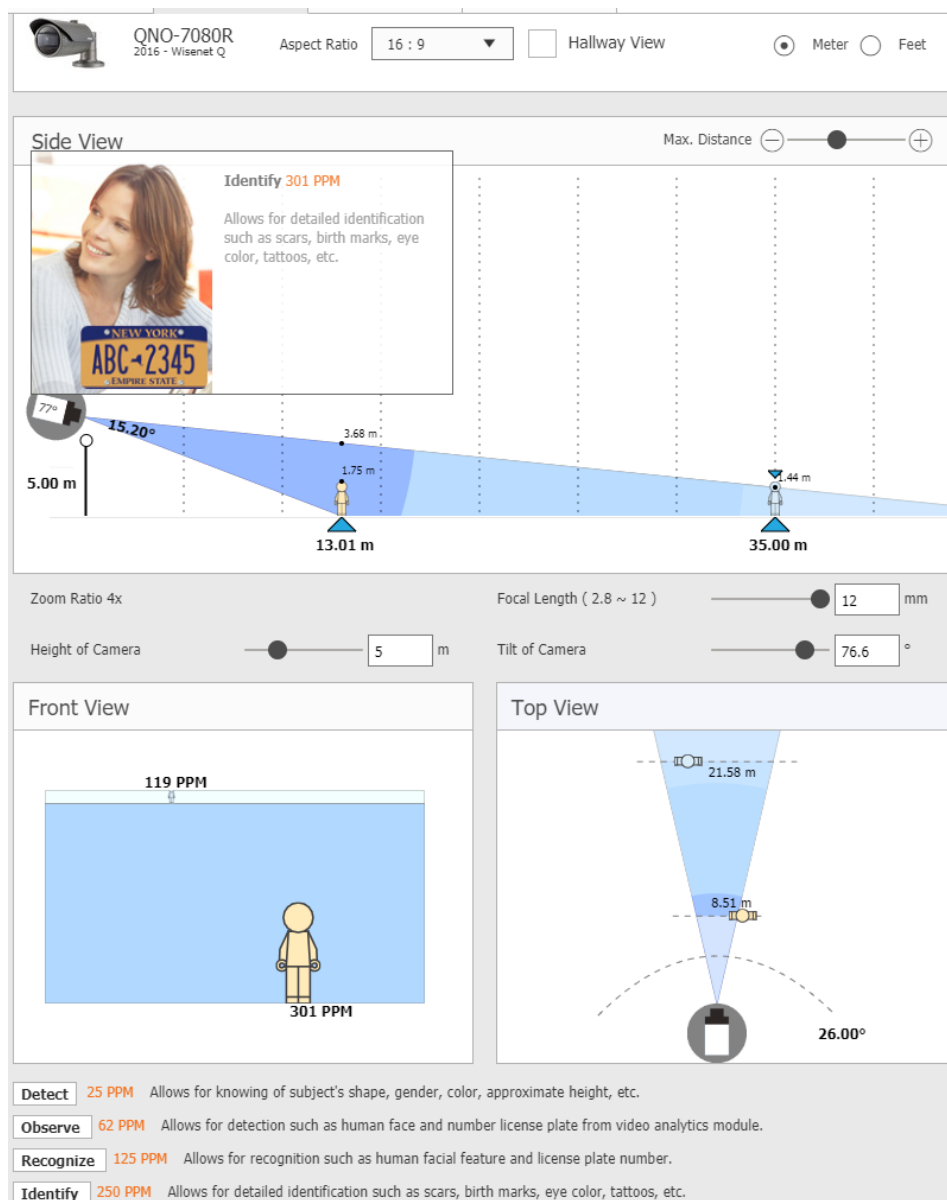


Figura 71. Calculo de FOV de la cámara QNO - 7080R

Para la cámara Tipo Bala consideramos como se muestra en el grafico arriba lo siguiente:

- Altura: 5mts que es la altura hasta el techo de la sala de embarque
- Distancia al objetivo: 13 mts. y 35 mts.
- Longitud Focal :12 mm. (máximo mm. del lente)
- Tamaño del objeto: 1.75 mts.
- Inclinación de cámara :76.6°

En la vista frontal el objeto que está a 13 mts. cuenta con 301 PPM (píxeles por metro) y se puede identificar según la tabla en la parte inferior del gráfico y el objeto a 35 mts cuenta con 119 PPM y se puede observar aquí el link de la herramienta de cálculo para el FOV del fabricante WISENET TOOLBOX: <https://www.hanwha-security.com/wisenettoolbox/index.html#!/en/home>

QNP-6230RH:

Las cámaras móviles IP PTZ tipo Domo IR, su visión de dispersa, cubren más entorno y se configuran para controlar amplias zonas al interior o al exterior mediante un barrido continuo – progresivo o control remoto para seguir objetivos que se mueven alrededor y realizan un paneo (mover de lado a lado), inclinación (moverse hacia arriba y abajo) y hacer zoom en un área particular de interés.

Este tipo de cámara móvil PTZ Tipo Domo, tiene una alta velocidad de giro, además de ser estético y ocupar menos espacio que otros modelos de PTZ.

El modelo en particular propuesto de 2 Mpx de resolución cuenta con IR de alcance a 100 metros, un zoom de 23x óptico. Se adjunta la figura 72.

A continuación, utilizamos el link de la herramienta de cálculo para el FOV del fabricante WISENET TOOLBOX PLUS (https://www.hanwhasecurity.com/wisenettoolbox_plus/index.html#!/en/home)

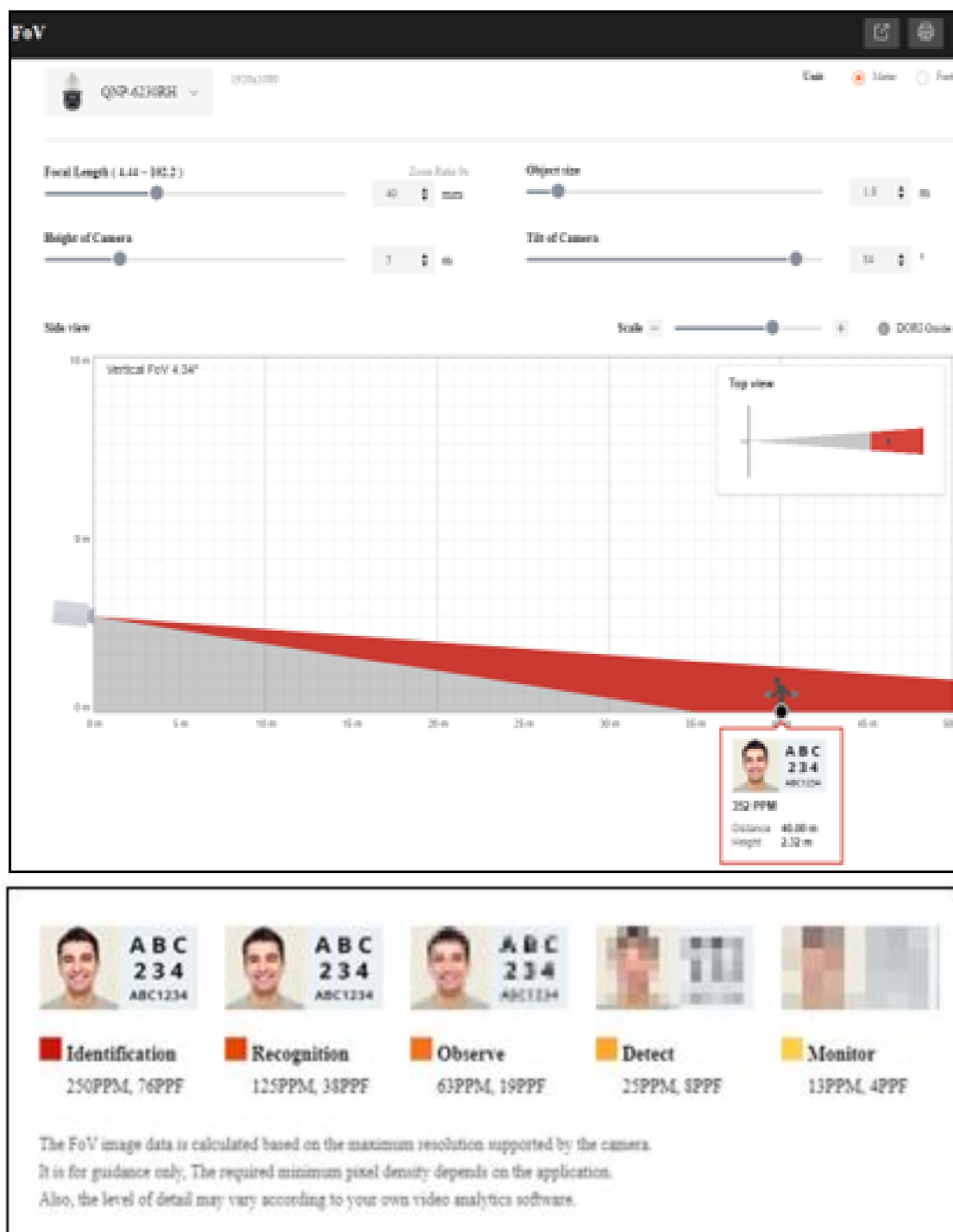


Figura 72. Calculo del FOV de la cámara QNP - 6230RH

TOP VIEW:

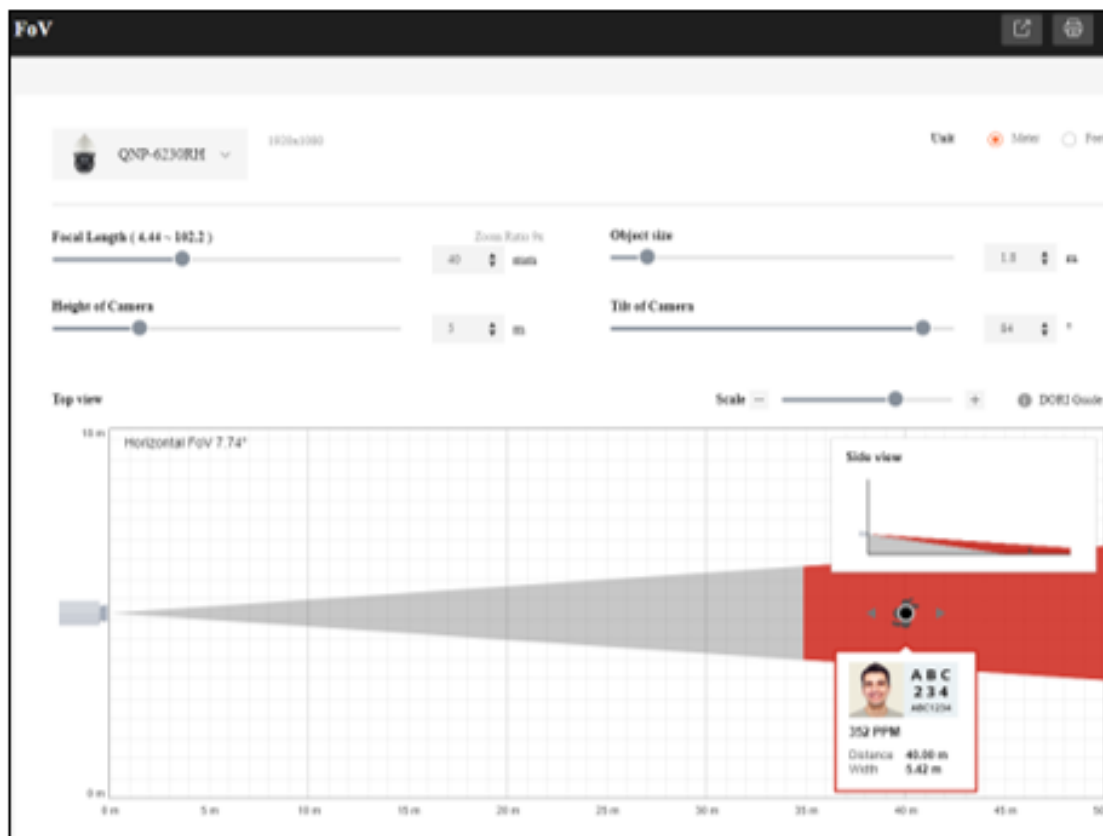


Figura 73. Calculo FOV Top View de la cámara QNP - 6230RH

Para la cámara Móvil Tipo Domo PTZ consideramos como se muestra en el gráfico (figura 73) arriba lo siguiente:

- Altura: 5mts que es la altura hasta el techo de la sala de embarque
- Distancia al objetivo: 40 mts
- Longitud Focal :40 mm
- Tamaño del objeto: 1.8mts
- Inclinación de cámara :84°

En la vista frontal y vista desde lo alto, el objeto que está a 40 mts cuenta con 352 PPM (píxeles por metro) y nos permite identificar; según la tabla en la parte inferior del gráfico.

PNM9084RQZ:

Las cámaras Fijas IP Tipo Multidireccional IR (figuras 74 y 75), cuentan como principal característica el incorporar en este caso 4 lentes de 2 Mpx cada uno en una misma cámara, reduciendo de esta forma el costo de instalación y mantenimiento ya que cuentan con un solo puerto RJ45 de conexión a RED.



Figura 74. Amplias áreas con una sola cámara multidireccional

Fuente: https://www.eos.com.au/pub/media/doc/wisenet/Brochure-Wisenet_P_Series.pdf

A continuación, utilizamos la herramienta de cálculo para el FOV del fabricante
WISNET TOOLBOX PLUS

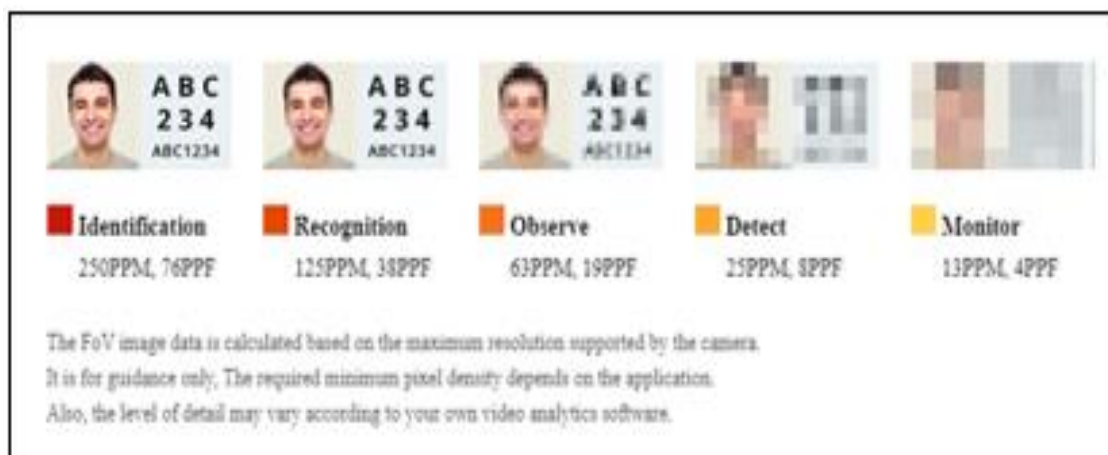


Figura 75. Calculo del FOV de la cámara PNM9084RQZ

Fuente: https://www.hanwha-security.com/wisenettoolbox_plus/index.html#!/en/home

TOP VIEW.

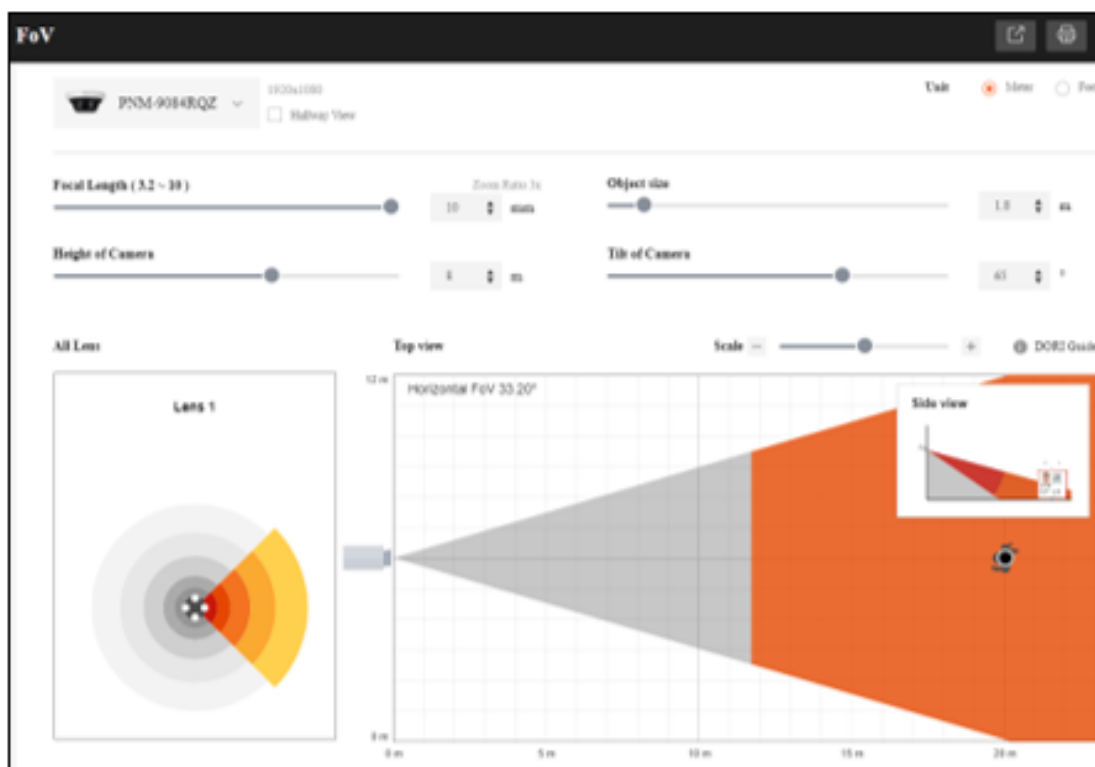


Figura 76. Calculo FOV Top View de la cámara PNM9084RQZ

Para la cámara Tipo multidireccional consideramos como se muestra en el grafico (figura 76) arriba lo siguiente:

- Altura: 8mts que es la altura aproximada del Poste en la intersección
- Distancia al objetivo: 20 mts
- Longitud Focal :10 mm (máximo mm del lente)
- Tamaño del objeto: 1.8mts
- Inclinação de cámara :65°

En la vista frontal y vista desde lo alto, el objeto que está a 20 mts cuenta con 149 PPM (píxeles por metro) y nos permite reconocer; según la tabla en la parte inferior del gráfico. Esto se repite de la misma forma para los otros 3 lentes.

4.3.2.3 Especificaciones técnicas generales de la red de Videovigilancia.

a) Cámara de red IP Tipo Bala con IR 4Mpx – Modelo de Referencia QNO – 7080R

En la figura 77 se muestra la cámara de red IP tipo bala que se instalara en la sala de embarque y entrada a la estación. En el anexo 4 se adjunta las especificaciones técnicas generales.



Figura 77. Cámara de red IP Tipo Bala Modelo de referencia QNO - 7080R

Fuente: <https://www.hanwha-security.eu/es/business-security-products/qno-7080r/>

b) Cámara de red IP Domo PTZ IR 2 Mpx Modelo de referencia QNP- 6230RH

En la figura 78 se muestra la cámara de red IP Domo PTZ que se instalara en el centro de la sala de embarque. En el anexo 4 se adjunta las especificaciones técnicas generales.



Figura 78. Cámara de red IP Domo PTZ Modelo de Referencia QNP - 6230 RH

Fuente: <https://es.hanwhasecurity.com/qnp-6230rh.html>

c) Cámara de red IP Multidireccional IR 4x2Mpx Modelo de referencia PNM-9084RQZ

En la figura 79 se muestra la cámara de red IP multidireccional que se instalara en la intersección de los cruces viales. En el anexo 4 se adjunta las especificaciones técnicas generales.



Figura 79. Ubicación de la cámara multidireccional en la intersección del corredor vial

Fuente: <https://www.hanwha-security.eu/es/nuevas-camaras-wisenet-multidireccionales-de-4-canales/>

Asimismo, el modelo propuesto cuenta con cámara multidireccional con IR de alcance 30 mts. en cada lente. Se adjunta figura 80.

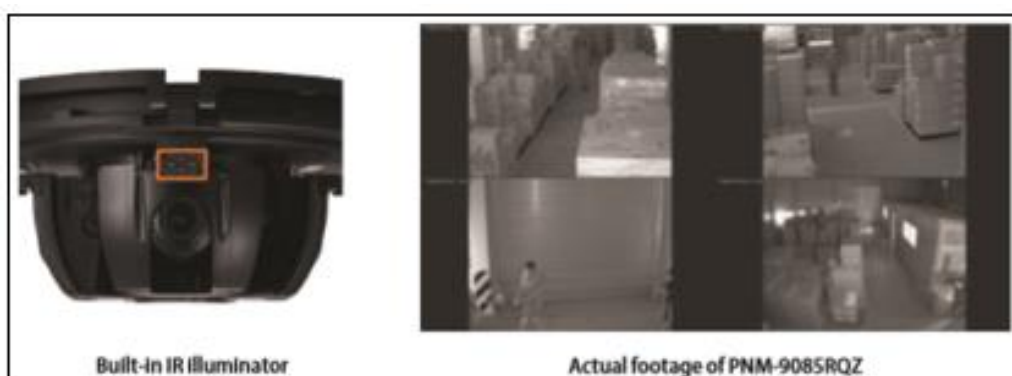


Figura 80. Cámara multidireccional para monitoreo en ambiente con poca luz

Fuente: https://www.hanwhasecurity.com/media/attachment/file/b/r/29_en_multi_sensor_cameras.pdf

También cuenta con la característica PTRZ que adiciona la rotación de cada uno de los módulos del lente lo que facilita el ajuste a los instaladores como se muestra en el gráfico abajo (Figura 81)

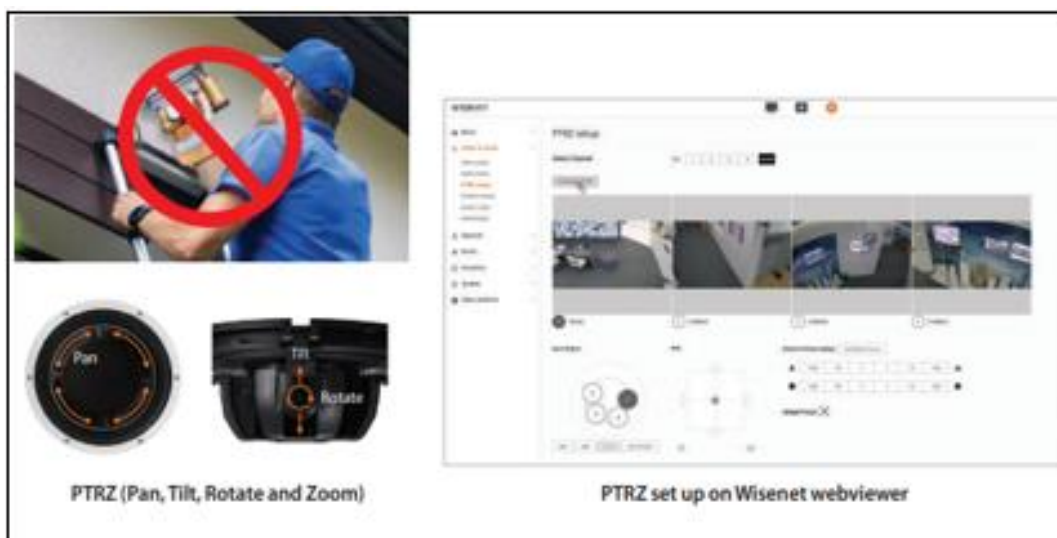


Figura 81. Facilita en la instalación y mantenimiento de la cámara multidireccional

Fuente: https://www.hanwhasecurity.com/media/attachment/file/b/r/29_en_multi_sensor_cameras.pdf

d) Grabador de Video en Red - NVR Modelo de Referencia PRN-4011

El grabador de video en red (Network Video Recorder - NVR) que se muestra en la figura 82, debe ser capaz de almacenar la grabación de las 96 cámaras de red de videovigilancia, instaladas en las 12 estaciones de transporte. La conectividad de las cámaras al servidor, se realiza a través de: la red LAN Ethernet instalada en cada estación, la red de fibra óptica y el conmutador central que conecta al servidor central de video, con tiempo de grabación de 15 días, a máxima resolución y 30 Fps, de manera autónoma y trabajar con redundancia RAID 5. En el anexo 4 se adjunta las especificaciones técnicas generales.



Figura 82. Grabador de Video en Red NVR - Modelo de Referencia PRN - 4011

Fuente: <https://www.hanwha-security.eu/es/business-security-products/prn-4011/>

Además, deberá ser compatible con las cámaras de red con el estándar ONVIF. El NVR contara con una aplicación para dispositivos móviles Android y iOS. Los fabricantes mediante la herramienta de diagnóstico comprueban la identificación de la marca, verifica

la frecuencia de funcionamiento del procesador, prueban las características del procesador específico y realiza una prueba de estrés en el procesador.

Considerando que, en el mercado se tienen NVRs que admiten un gran número de discos duros, en el presente estudio hemos obtenido una capacidad total de 61.64 TB, datos provenientes de las 96 cámaras.

e) Servidor de Gestión de la red de videovigilancia IP Modelo de Referencia SRN-SENCMS-CTLS.

La figura 83 nos muestra el servidor a instalarse en el centro de control de la red de video vigilancia. En el anexo 4 se adjunta las especificaciones técnicas generales.

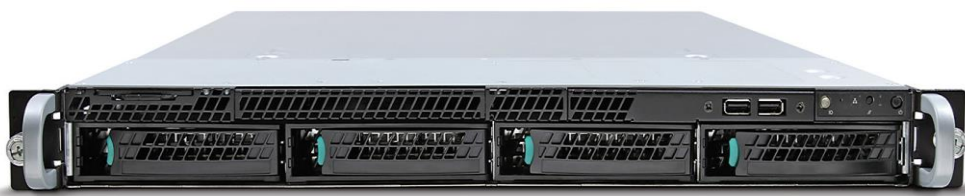


Figura 83. Servidor de Gestión - Modelo de Referencia SRN - SENCMS - CTLS

Fuente: https://www.hanwhasecurity.com/media/attachment/file/s/r/srn-sencmsctls_v2_specifications.pdf

f) Estación de Monitoreo de la red de videovigilancia IP Modelo de Referencia SRN- SENCMS-DSPS

La estación de monitoreo IP que se muestra en la figura 84 se instalara en el centro de control de la red videovigilancia. En el anexo 4 se adjunta las especificaciones técnicas generales.



Figura 84. Estación de Monitoreo IP Modelo SRN - SENCMS DSPS

Fuente: https://es.hanwhasecurity.com/media/attachment/file/s/r/srn-sencms-dsps_v4_specifications.pdf

En esta estación de monitoreo o Workstation residirá la parte o modulo del software de Gestión VMS; Consola o Cliente complementario al servidor que es la que permitirá a los operadores la gestión y administración del sistema así como la visualización del total o parte de las imágenes generadas por la cámaras del sistema de red de videovigilancia IP de acuerdo a los perfiles de usuarios previamente configurados, permitirá el control de las cámaras móviles DOMO PTZ consideradas en el presente estudio. Activar o desactivar alarmas, respaldo de video, instalar o desactivar cámaras, etc.

g) Controlador Joystick Modelo de referencia SPC-7000

El controlador de red SPC-7000 controla las cámaras de red PTZ e interactúa con el programa SSM. Se adjunta la figura 85 y en el anexo 4 se adjunta las especificaciones técnicas generales.



Figura 85. Controlador Joystick Modelo SPC - 7000

Fuente: <https://www.hanwha-security.eu/es/business-security-products/spc-7000/>

h) Monitor LED 32" Modelo de Referencia SMT- 3233

Las estaciones de trabajo contarán con monitores de 32" para la supervisión del sistema de videovigilancia. Se adjunta la figura 86 y en el anexo 4 se adjunta las especificaciones técnicas generales.



Figura 86. Monitor LED 32" Modelo SMT - 3233

Fuente: <https://www.hanwha-security.eu/es/business-security-products/smt-3233/>

i) Monitor LED 40" Modelo de Referencia SMT-4033

El centro de control con un arreglo 3x2 de monitores de 40" permita administrar la red de videovigilancia. Se adjunta la figura 87 y en el anexo 4 se adjunta las especificaciones técnicas generales.



Figura 87. Monitor LED 40" Modelo de Referencia SMT - 4033

Fuente: <https://www.elektronix.se/media/multicase/documents//samsung/smt-4033.pdf>

j) Módulo de matriz Virtual o Video Wall del Software de Gestión de la red de Videovigilancia IP Modelo de Referencia SSM-VM

El módulo de Video Wall o matriz virtual del software de gestión SSM, control de hasta 16 monitores de video Wall, en el caso de este estudio estamos considerando un arreglo de 3 x 2 con 6 monitores de 40" LED. Se adjunta la figura 88 y en el anexo 4 se adjunta las especificaciones técnicas generales.



Figura 88. Video Wall - Modelo de Referencia SSM VM

Fuente: http://entpa.com.tr/dosyalar/SSM_ENG_12p_Brochure_20140520.pdf

k) Software de gestión de la red de videovigilancia IP Modelo de Referencia SSM

El software de gestión de video IP VMS (Video Management System) permitirá administrar las (96) cámaras IP instaladas en las (12) estaciones del sistema de transporte.



Figura 89. Software de administración de la red SSM

Fuente: https://www.hanwhasecurity.com/media/attachment/file/s/s/ssm_v1.6_brochure_170112.pdf

En el anexo 4 se adjunta los aspectos técnicos del software orientados a la: operación, mantenimiento, seguridad, e instalación de hardware y software. Se adjunta la figura 89.

4.3.2.4 Direccionamiento IP de las cámaras distribuidas en las estaciones.

En la tabla 5 se adjunta el detalle del direccionamiento IP de las 96 cámaras distribuidas en las 12 estaciones, de las cuales (08) cámaras se encuentran instaladas en cada

estación, estando ubicadas (04) cámaras dentro de cada estación y las otras (04) cámaras están ubicadas en la intersección de las calles.

Tabla 5.

Direccionamiento IP de las cámaras de videovigilancia

N	RED	Dispositivo	Anillo	Grupo	Vlan	IP Asignada	Mascara	Gateway
	172.24.30.0/24	Sw Core	1	Grupo1	30	172.24.30.1	255.255.255.0	-
1	172.24.30.0/24	Camara1	1	Grupo1	30	172.24.30.11	255.255.255.0	172.24.30.1
2	172.24.30.0/24	Camara2	1	Grupo1	30	172.24.30.12	255.255.255.0	172.24.30.1
3	172.24.30.0/24	Camara3	1	Grupo1	30	172.24.30.13	255.255.255.0	172.24.30.1
4	172.24.30.0/24	Camara4	1	Grupo1	30	172.24.30.14	255.255.255.0	172.24.30.1
5	172.24.30.0/24	Camara5	1	Grupo1	30	172.24.30.15	255.255.255.0	172.24.30.1
6	172.24.30.0/24	Camara6	1	Grupo1	30	172.24.30.16	255.255.255.0	172.24.30.1
7	172.24.30.0/24	Camara7	1	Grupo1	30	172.24.30.17	255.255.255.0	172.24.30.1
8	172.24.30.0/24	Camara8	1	Grupo1	30	172.24.30.18	255.255.255.0	172.24.30.1
9	172.24.30.0/24	Camara9	1	Grupo2	30	172.24.30.31	255.255.255.0	172.24.30.1
10	172.24.30.0/24	Camara10	1	Grupo2	30	172.24.30.32	255.255.255.0	172.24.30.1
11	172.24.30.0/24	Camara11	1	Grupo2	30	172.24.30.33	255.255.255.0	172.24.30.1
12	172.24.30.0/24	Camara12	1	Grupo2	30	172.24.30.34	255.255.255.0	172.24.30.1
13	172.24.30.0/24	Camara13	1	Grupo2	30	172.24.30.35	255.255.255.0	172.24.30.1
14	172.24.30.0/24	Camara14	1	Grupo2	30	172.24.30.36	255.255.255.0	172.24.30.1
15	172.24.30.0/24	Camara15	1	Grupo2	30	172.24.30.37	255.255.255.0	172.24.30.1
16	172.24.30.0/24	Camara16	1	Grupo2	30	172.24.30.38	255.255.255.0	172.24.30.1
17	172.24.30.0/24	Camara17	1	Grupo3	30	172.24.30.51	255.255.255.0	172.24.30.1
18	172.24.30.0/24	Camara18	1	Grupo3	30	172.24.30.52	255.255.255.0	172.24.30.1
19	172.24.30.0/24	Camara19	1	Grupo3	30	172.24.30.53	255.255.255.0	172.24.30.1
20	172.24.30.0/24	Camara20	1	Grupo3	30	172.24.30.54	255.255.255.0	172.24.30.1
21	172.24.30.0/24	Camara21	1	Grupo3	30	172.24.30.55	255.255.255.0	172.24.30.1
22	172.24.30.0/24	Camara22	1	Grupo3	30	172.24.30.56	255.255.255.0	172.24.30.1
23	172.24.30.0/24	Camara23	1	Grupo3	30	172.24.30.57	255.255.255.0	172.24.30.1
24	172.24.30.0/24	Camara24	1	Grupo3	30	172.24.30.58	255.255.255.0	172.24.30.1
25	172.24.30.0/24	Camara25	1	Grupo4	30	172.24.30.71	255.255.255.0	172.24.30.1
26	172.24.30.0/24	Camara26	1	Grupo4	30	172.24.30.72	255.255.255.0	172.24.30.1
27	172.24.30.0/24	Camara27	1	Grupo4	30	172.24.30.73	255.255.255.0	172.24.30.1
28	172.24.30.0/24	Camara28	1	Grupo4	30	172.24.30.74	255.255.255.0	172.24.30.1
29	172.24.30.0/24	Camara29	1	Grupo4	30	172.24.30.75	255.255.255.0	172.24.30.1
30	172.24.30.0/24	Camara30	1	Grupo4	30	172.24.30.76	255.255.255.0	172.24.30.1
31	172.24.30.0/24	Camara31	1	Grupo4	30	172.24.30.77	255.255.255.0	172.24.30.1
32	172.24.30.0/24	Camara32	1	Grupo4	30	172.24.30.78	255.255.255.0	172.24.30.1
33	172.24.30.0/24	Camara33	2	Grupo1	30	172.24.30.91	255.255.255.0	172.24.30.1
34	172.24.30.0/24	Camara34	2	Grupo1	30	172.24.30.92	255.255.255.0	172.24.30.1
35	172.24.30.0/24	Camara35	2	Grupo1	30	172.24.30.93	255.255.255.0	172.24.30.1
36	172.24.30.0/24	Camara36	2	Grupo1	30	172.24.30.94	255.255.255.0	172.24.30.1
37	172.24.30.0/24	Camara37	2	Grupo1	30	172.24.30.95	255.255.255.0	172.24.30.1
38	172.24.30.0/24	Camara38	2	Grupo1	30	172.24.30.96	255.255.255.0	172.24.30.1
39	172.24.30.0/24	Camara39	2	Grupo1	30	172.24.30.97	255.255.255.0	172.24.30.1
40	172.24.30.0/24	Camara40	2	Grupo1	30	172.24.30.98	255.255.255.0	172.24.30.1
41	172.24.30.0/24	Camara41	2	Grupo2	30	172.24.30.111	255.255.255.0	172.24.30.1
42	172.24.30.0/24	Camara42	2	Grupo2	30	172.24.30.112	255.255.255.0	172.24.30.1
43	172.24.30.0/24	Camara43	2	Grupo2	30	172.24.30.113	255.255.255.0	172.24.30.1
44	172.24.30.0/24	Camara44	2	Grupo2	30	172.24.30.114	255.255.255.0	172.24.30.1
45	172.24.30.0/24	Camara45	2	Grupo2	30	172.24.30.115	255.255.255.0	172.24.30.1
46	172.24.30.0/24	Camara46	2	Grupo2	30	172.24.30.116	255.255.255.0	172.24.30.1
47	172.24.30.0/24	Camara47	2	Grupo2	30	172.24.30.117	255.255.255.0	172.24.30.1
48	172.24.30.0/24	Camara48	2	Grupo2	30	172.24.30.118	255.255.255.0	172.24.30.1
49	172.24.30.0/24	Camara49	2	Grupo3	30	172.24.30.131	255.255.255.0	172.24.30.1
50	172.24.30.0/24	Camara50	2	Grupo3	30	172.24.30.132	255.255.255.0	172.24.30.1
51	172.24.30.0/24	Camara51	2	Grupo3	30	172.24.30.133	255.255.255.0	172.24.30.1
52	172.24.30.0/24	Camara52	2	Grupo3	30	172.24.30.134	255.255.255.0	172.24.30.1
53	172.24.30.0/24	Camara53	2	Grupo3	30	172.24.30.135	255.255.255.0	172.24.30.1
54	172.24.30.0/24	Camara54	2	Grupo3	30	172.24.30.136	255.255.255.0	172.24.30.1
55	172.24.30.0/24	Camara55	2	Grupo3	30	172.24.30.137	255.255.255.0	172.24.30.1
56	172.24.30.0/24	Camara56	2	Grupo3	30	172.24.30.138	255.255.255.0	172.24.30.1
57	172.24.30.0/24	Camara57	2	Grupo4	30	172.24.30.151	255.255.255.0	172.24.30.1
58	172.24.30.0/24	Camara58	2	Grupo4	30	172.24.30.152	255.255.255.0	172.24.30.1
59	172.24.30.0/24	Camara59	2	Grupo4	30	172.24.30.153	255.255.255.0	172.24.30.1
60	172.24.30.0/24	Camara60	2	Grupo4	30	172.24.30.154	255.255.255.0	172.24.30.1
61	172.24.30.0/24	Camara61	2	Grupo4	30	172.24.30.155	255.255.255.0	172.24.30.1
62	172.24.30.0/24	Camara62	2	Grupo4	30	172.24.30.156	255.255.255.0	172.24.30.1
63	172.24.30.0/24	Camara63	2	Grupo4	30	172.24.30.157	255.255.255.0	172.24.30.1
64	172.24.30.0/24	Camara64	2	Grupo4	30	172.24.30.158	255.255.255.0	172.24.30.1
65	172.24.30.0/24	Camara65	3	Grupo1	30	172.24.30.171	255.255.255.0	172.24.30.1
66	172.24.30.0/24	Camara66	3	Grupo1	30	172.24.30.172	255.255.255.0	172.24.30.1
67	172.24.30.0/24	Camara67	3	Grupo1	30	172.24.30.173	255.255.255.0	172.24.30.1
68	172.24.30.0/24	Camara68	3	Grupo1	30	172.24.30.174	255.255.255.0	172.24.30.1
69	172.24.30.0/24	Camara69	3	Grupo1	30	172.24.30.175	255.255.255.0	172.24.30.1
70	172.24.30.0/24	Camara70	3	Grupo1	30	172.24.30.176	255.255.255.0	172.24.30.1
71	172.24.30.0/24	Camara71	3	Grupo1	30	172.24.30.177	255.255.255.0	172.24.30.1
72	172.24.30.0/24	Camara72	3	Grupo1	30	172.24.30.178	255.255.255.0	172.24.30.1

73	172.24.30.0/24	Camara73	3	Grupo2	30	172.24.30.191	255.255.255.0	172.24.30.1
74	172.24.30.0/24	Camara74	3	Grupo2	30	172.24.30.192	255.255.255.0	172.24.30.1
75	172.24.30.0/24	Camara75	3	Grupo2	30	172.24.30.193	255.255.255.0	172.24.30.1
76	172.24.30.0/24	Camara76	3	Grupo2	30	172.24.30.194	255.255.255.0	172.24.30.1
77	172.24.30.0/24	Camara77	3	Grupo2	30	172.24.30.195	255.255.255.0	172.24.30.1
78	172.24.30.0/24	Camara78	3	Grupo2	30	172.24.30.196	255.255.255.0	172.24.30.1
79	172.24.30.0/24	Camara79	3	Grupo2	30	172.24.30.197	255.255.255.0	172.24.30.1
80	172.24.30.0/24	Camara80	3	Grupo2	30	172.24.30.198	255.255.255.0	172.24.30.1
81	172.24.30.0/24	Camara81	3	Grupo3	30	172.24.30.211	255.255.255.0	172.24.30.1
82	172.24.30.0/24	Camara82	3	Grupo3	30	172.24.30.212	255.255.255.0	172.24.30.1
83	172.24.30.0/24	Camara83	3	Grupo3	30	172.24.30.213	255.255.255.0	172.24.30.1
84	172.24.30.0/24	Camara84	3	Grupo3	30	172.24.30.214	255.255.255.0	172.24.30.1
85	172.24.30.0/24	Camara85	3	Grupo3	30	172.24.30.215	255.255.255.0	172.24.30.1
86	172.24.30.0/24	Camara86	3	Grupo3	30	172.24.30.216	255.255.255.0	172.24.30.1
87	172.24.30.0/24	Camara87	3	Grupo3	30	172.24.30.217	255.255.255.0	172.24.30.1
88	172.24.30.0/24	Camara88	3	Grupo3	30	172.24.30.218	255.255.255.0	172.24.30.1
89	172.24.30.0/24	Camara89	3	Grupo4	30	172.24.30.231	255.255.255.0	172.24.30.1
90	172.24.30.0/24	Camara90	3	Grupo4	30	172.24.30.232	255.255.255.0	172.24.30.1
91	172.24.30.0/24	Camara91	3	Grupo4	30	172.24.30.233	255.255.255.0	172.24.30.1
92	172.24.30.0/24	Camara92	3	Grupo4	30	172.24.30.234	255.255.255.0	172.24.30.1
93	172.24.30.0/24	Camara93	3	Grupo4	30	172.24.30.235	255.255.255.0	172.24.30.1
94	172.24.30.0/24	Camara94	3	Grupo4	30	172.24.30.236	255.255.255.0	172.24.30.1
95	172.24.30.0/24	Camara95	3	Grupo4	30	172.24.30.237	255.255.255.0	172.24.30.1
96	172.24.30.0/24	Camara96	3	Grupo4	30	172.24.30.238	255.255.255.0	172.24.30.1

Fuente: Elaboración propia

4.3.3 Especificaciones técnicas del sistema de semaforización.

Actualmente los sistemas de semaforización inteligente están conformados por semáforos, detectores (cámaras y sensores), y controladores, que permiten controlar el flujo de tránsito vehicular y a nivel peatonal. Al respecto, en la siguiente infraestructura tecnológica propuesta nos referiremos a las características técnicas generales a considerar en los sistemas semafóricos. Primeramente, obtendremos el ancho de banda utilizado en cada anillo óptico y la capacidad de almacenamiento que utilizara el disco duro del servidor central que aloja el software de gestión de la plataforma de control vehicular.

4.3.3.1 Cálculo del ancho de banda y del almacenamiento de la red semafórica.

En cada estación los semáforos, detectores de video y controladores estarán ubicados en cada intersección de dos vías de dos sentidos de circulación en el corredor vial del sistema de transporte, siendo un total de (04) semáforos y (02) detectores, permitiendo un tránsito progresivo hacia y desde estas vías rápidas. Ambos dispositivos se conectarán al equipo controlador local cuya salida se conectará con el servidor central mediante el puerto Ethernet 10/100 Mbps de cada conmutador local.

Para obtener el cálculo del ancho de banda del enlace controlador – servidor central consideramos la velocidad de transferencia de 100 Mbps, debido a que en la característica

técnica del controlador tiene puertos ethernet 10/100 Mbps. Tenemos 1 controlador/estación x 100 Mbps/controlador x 4 estaciones x 1 anillo = 400 Mbps por anillo. El ancho de banda por cada anillo, es menor que el ancho de banda del enlace óptico que corresponde a 1 Gbps.

Respecto a la obtención de la capacidad de almacenamiento del disco duro en el servidor, consideramos las 24 horas de transferencia de datos durante el día. Con esta información y la velocidad de transferencia de datos de 100 Mbps, que corresponde al puerto ethernet de comunicaciones del controlador, mediante conversión a Bytes durante las 24 horas, equivale a 1.08 TB. El almacenamiento de información de la red semafórica en el servidor central semafórico se realizará en forma diaria.

$1.08 \text{ TB/estación} \times 4 \text{ estaciones/anillo} \times 3 \text{ anillos} = 12.96 \text{ TB}$, capacidad suficiente para almacenar en (02) discos duros de 8 TB cada uno incluido el software de gestión de la red, instalado en el servidor central.

4.3.3.2 Especificaciones técnicas generales de la red de semaforización.

Semáforo.

Los semáforos a considerar deben ser de buena durabilidad, alto flujo luminoso, buena eficiencia energética y de fácil mantenimiento. Se ha seleccionado la tecnología LEDs porque tienen menor distribución del brillo, contribuye al ahorro energético y eliminación del efecto fantasma. Con diseño modular para fácil instalación y mantenimiento, la estructura del semáforo debe ser de material policarbonato, muy herméticos, de bajo peso, bajo consumo eléctrico y alta potencia lumínica.

Luego de revisar diferentes productos de semáforos de tráfico vehicular por parte de los fabricantes, se ha elegido el semáforo modelo SV3X - 300. A continuación, en el anexo 5 se proporciona las especificaciones técnicas generales, cuyos parámetros se adaptan a nuestro estudio. Se adjunta figura 90.



Figura 90. Semáforo

Fuente: <http://www.autronie.com/semaforo/>

Sensor (Cámara + Detección de Video).

Dentro del sistema semafórico se ha considerado una aplicación que es muy importante en el control de tráfico vehicular, es el detector de video (sensor + cámara), que nos permite la detección y supervisión del movimiento de vehículos y parados en las intersecciones señalizadas. Al respecto, estos dispositivos contribuirán a minimizar el tiempo de espera de los conductores, circulación más fluida del tránsito vehicular y reducción de las emisiones de gases de los vehículos.

Según experiencias en otros países, utilizando este dispositivo han podido mejorar significativamente la calidad del control vehicular. En la red propuesta se ha considerado la instalación de (02) cámaras de video (con sensor incorporado) en cada estación, cuya finalidad es la detección de presencia de vehículos en las intersecciones del corredor vial (ida y regreso) del sistema de transporte. Dichos dispositivos interactúan con el controlador de tráfico que tiene conectividad con el centro de control encargada de la gestión semafórica.

Sensor (Cámara + Detección por Video) Presencia de vehículos Modelo

Referencial TrafiCam x-stream.

Es un dispositivo de presencia de vehículos y recopilador de datos con transmisión de video, que combina una cámara CMOS y un detector de video en una sola unidad. Estos sensores detectan y monitorean vehículos en: movimiento y en estado estacionario en intersecciones señalizadas, que se están aproximando a ella, recuento de vehículos y

recopilan los datos de tráfico (con una compresión de video hasta H.264) en las intersecciones o carreteras urbanas e interurbanas. Se adjunta figura 91.

Mediante señales de salidas de detección (protocolo IP) de la tarjeta de interfase, la información de presencia del vehículo se transmite al controlador de tráfico para que la sincronización de la señal se pueda ajustar de forma dinámica del tiempo de las señales en verde. TrafiCam x-stream ofrece transmisión de video a velocidad de cuadro completa, para ser monitoreado el tráfico desde el centro de control. Las condiciones del tráfico se transmiten en forma continua al servidor del software para ser analizadas automáticamente actualizando los patrones de tráfico. De esta forma, se determina el patrón de cambio de luces en los semáforos instalados en las intersecciones, reduciendo los tiempos de espera del vehículo en los semáforos, optimizando los flujos de tráfico.

Para integrar el sensor al sistema de semaforización, se deberá hacer un análisis técnico del controlador de tráfico, y que este cuente con entradas digitales para poder integrar la cámara de detección vehicular. Como una ilustración acerca de la interacción del dispositivo con el controlador de tráfico, se muestra el esquema en la figura 92. A continuación, en el anexo 5 se proporciona las especificaciones técnicas generales del sensor.



Figura 91. Sensor Cámara Presencial de Vehículos Modelo TraFicam x-stream

Fuente: <http://www.flir.es>

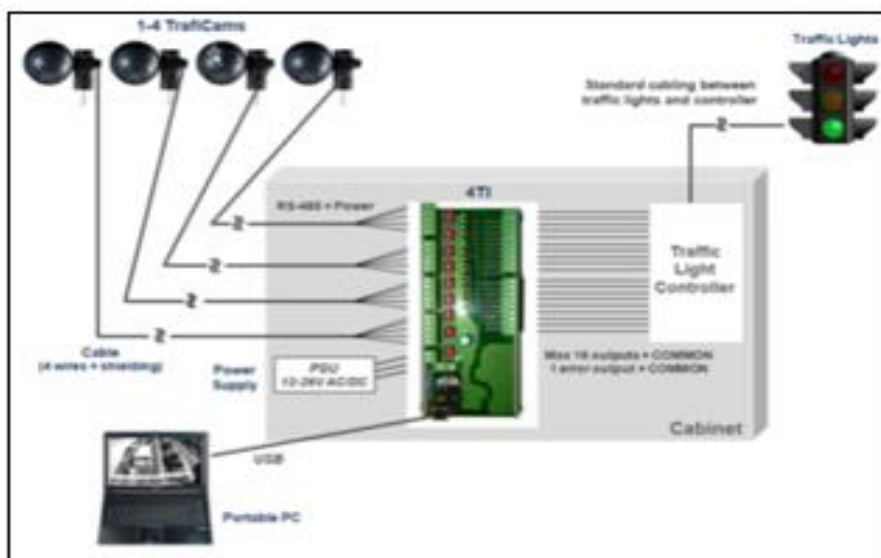


Figura 92. Arquitectura del sistema TraftCam con interfaz 4T1

Fuente: https://pdfapple.com/compress-pdf.html?queue_id=5f6d0a254218739a318b4569

A continuación, en el anexo 5 se detalla los aspectos técnicos y recomendaciones de diseño para la instalación y operación del sensor cámara Traftcam x-stream. Se adjunta las figuras 93 y 94.

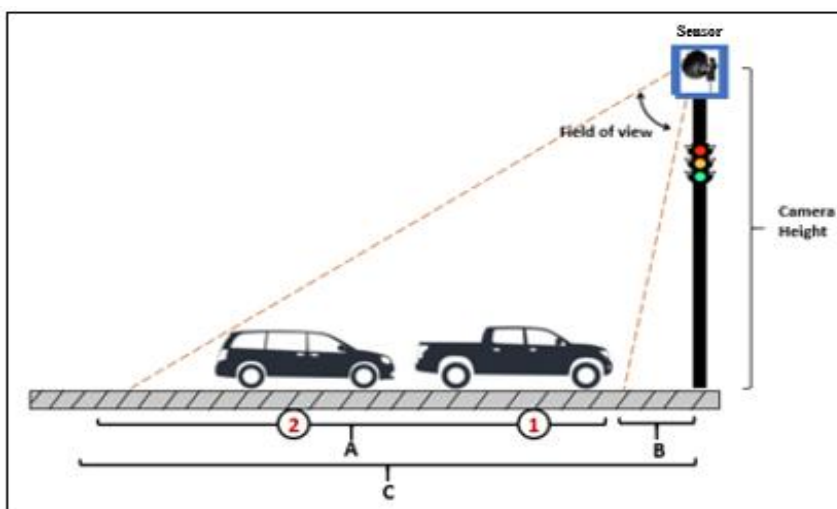


Figura 93. Área y zona de detección de presencia vehicular

Fuente: Elaboración propia

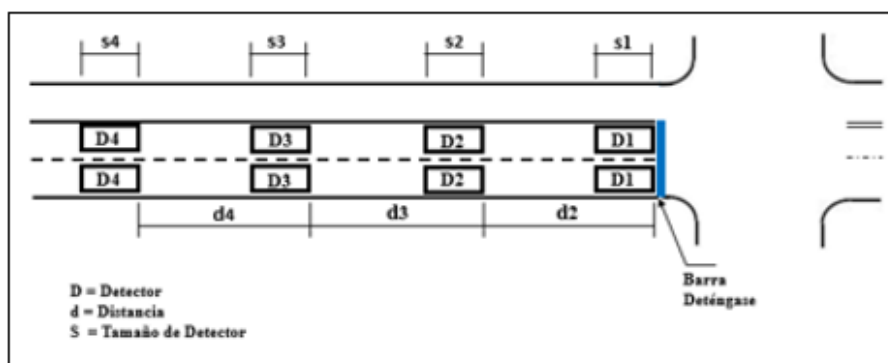


Figura 94. Esquema de una intersección

Fuente: Elaboración propia

En el presente estudio, se considera el sensor de gran angular. En la figura 95 (a y b), se muestra los tipos de cámaras Traficam.

(a) Gran angular

(b) Teleobjetivo (Angulo estrecho)



Figura 95. Tipos de Sensores-Cámaras Traficam

Fuente:

https://nanopdf.com/download/mantraficamr600v2104tir6001tir300v206pctoolv203jun09espdf_pdf

Se adjunta la figura 96.



Figura 96. Zonas de detección de presencia vehicular

Fuente: https://www.flirmedia.com/MMC/CVS/Traffic/IT_0011_ES.pdf

Utilizando el software de configuración en red (protocolo IP) se obtiene una fácil puesta en marcha. Mediante el mismo podrá conectarse a todos los dispositivos x-stream delimitando las zonas de detección de forma rápida y precisa. El software utilizado para configurar el dispositivo Traficam con 4T1 es el Traficam PC Tool.

Se pueden conectar máximo 4 cámaras de video detección vehicular con 4 salidas por cada cámara, total 16 salidas. Luego de la conexión física (8 salidas) de los 2 sensores procedemos a iniciar TrafiCam PC Tool, ingresando al Modo Interfaz del software, donde aparecerá el número de cámaras conectadas a esta tarjeta interfaz en forma automática.

Se adjunta la tabla 6.

Tabla 6.

Zona con salida 1 Traficam 1

Salidas	Herramientas
Probar Salidas	
Modo de salida	
Salidas no asignadas	
Asignar salidas	
4T1	Traficam 1
	Traficam 2
	Traficam 3
	Traficam 4
	Salida 1 01
	Salida 2 02
	Salida 3 03
	Salida 4 04
	Salida 1 00
	Salida 1 00
	Salida 1 00
	Salida 1 00

Fuente: Elaboración propia

Luego, en modo sensor configuramos el modo de detección de la zona, previamente en la zona tenemos opción de direccionar el sentido del flujo vehicular. Se configura en el modo de detección/presencia de la zona.

En la figura 97, se muestran zonas de detección de presencia. Una zona puede tener 3 funciones de posibles (modos de detección):

- Presencia (izquierda): detección de presencia de vehículos detenidos (función predeterminada) y en movimiento.
- Parada (parte central): detección de presencia de vehículos detenidos
- Lazo (derecha): Recuento de vehículos.

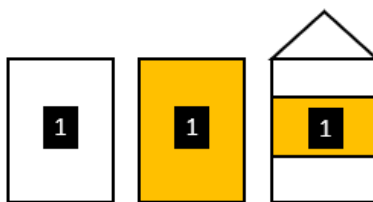


Figura 97. Zona Visualizada según su Modo de Detección

Fuente: Elaboración propia

Luego de configurar los parámetros principales retornamos al modo interfaz para direccionar las salidas de la cámara a las salidas de la interfaz 4T1, quedando asignada la salida 1 de la cámara a la salida 1 de la interfaz. Luego, la cámara Traficam x-stream interactuara con el software del controlador semafórico. Con este tipo de control accionado todos los accesos de la intersección tienen detectores y fases no conflictivas pueden recibir derecho de vía si no hay demanda en el acceso que tiene verde actualmente.

Controlador de tráfico.

El controlador de tráfico vehicular es un sistema diseñado en forma modular, controlado por microprocesador, con un sistema de conmutación de luces, componentes de estado sólido, con memoria EEPROM para almacenamiento de programación de tiempos cuando ocurre corte de suministro eléctrico, debe sincronizarse con cualquier controlador adyacente y cumpla con el estándar NTCIP.

Luego de evaluar diferentes productos se ha seleccionado un modelo referencial denominado controlador de tráfico Cartesio desarrollado de acuerdo con las últimas normas europeas en el sector de los sistemas inteligentes de transporte (ITS), basado en el sistema operativo Linux con arquitectura abierta. Fue diseñado y construido de acuerdo con la norma EN 50556:2011-02 y viene con certificación CE. Se adjunta figura 98.



Figura 98. Controlador de tráfico Interactivo Modo Referencial Cartesio

Fuente: https://www.lasemaforica.com/images/prodotti/pdf/CARTESIO_es.pdf

En el anexo 5 se proporciona las especificaciones técnicas generales

Especificaciones técnicas generales del Software de gestión de la red semafórica.

La Gestión de Tránsito semafórico vehicular es importante porque permite preservar la capacidad de tránsito, mejorar la seguridad, la confianza y la fiabilidad de todo el sistema de transporte, haciendo uso de sistemas en las operaciones que impactan en el rendimiento de la red de tránsito vehicular. Monitorear el estado de una red vial y las condiciones de tránsito predominantes resulta fundamental para la explotación de la red.

Un Sistema Inteligente de Transporte (ITS) se basa en el monitoreo y la detección del tránsito (mediante dispositivos de detección vehicular, sensores y cámaras de CCTV) y la interpretación y presentación de información del estado de la red vial.

El software de gestión y control de tráfico vehicular, es una plataforma centralizada e integrada utilizada para la gestión y el control de sistemas semafóricos, manejo de información y representación de datos y grafica mayor a 48 intersecciones. Permite el manejo y monitoreo de los equipos controladores, optimizando el funcionamiento del sistema semafórico de las ciudades.

En el anexo 5, se adjunta las especificaciones técnicas del software de gestión TMacs (Total Management Advance Control System)

4.3.3.3 Aspectos técnicos de diseño del control de señales de tránsito adaptativo.

En el presente estudio examinamos los aspectos técnicos de diseño de los elementos instalados en las intersecciones del corredor vial y el control de la señalización de

semaforización. El enfoque más importante es el sistema de semáforo inteligente que puede adaptarse a las condiciones del tráfico en tiempo real.

Por lo que, referiremos a los sistemas de control de tráfico adaptativo (ATCS), que consisten en cambiar la duración del ciclo de semáforo basado en sensores ubicados en las vías que detectan los vehículos en cola en tiempo real.

El control de las señales de tránsito adaptativo está orientado a sistemas computarizados que se adaptan a las mediciones de tránsito real. Ya sea a través de los planes de control predeterminados o a planes de control a medida, pero en tiempo real. Es posible las combinaciones de los dos sistemas adaptativos. De lo mencionado, las estrategias de control de semáforos adaptativos, pueden ser capaces de reaccionar ante estas situaciones de forma automática.

Enfocaremos las intersecciones viales con los dispositivos de señalización.

En el diseño del corredor vial se ha considerado una ruta directa, que permitirá reducir el tiempo y distancia de desplazamiento de los buses a lo largo de las 12 estaciones.

La distancia entre estaciones también afectará la velocidad y capacidad del sistema, en el presente estudio la distancia promedio entre estaciones es de 498.32 metros.

En cada intersección se ha considerado la instalación de (04) semáforos en cada cruce de calles, con (02) detectores de video TrafiCam, un controlador de tráfico, y una cámara de video multidireccional con 4 lentes que enfocarán las 4 vías.

Los semáforos deben mantener un número mínimo de fases y una configuración sencilla.

En los semáforos, el cruce peatonal debe durar lo suficiente como para que los peatones crucen la calle por completo. Para la obtención de la duración de la fase verde peatonal calcular que los peatones caminan a una velocidad de 1,2 metros/segundo.

Las figuras 99 y 100 muestran el diseño del plano de intersección de la vía principal correspondiente al corredor vial del sistema con las vías secundarias y el tramo del corredor vial con la estación del sistema, respectivamente.

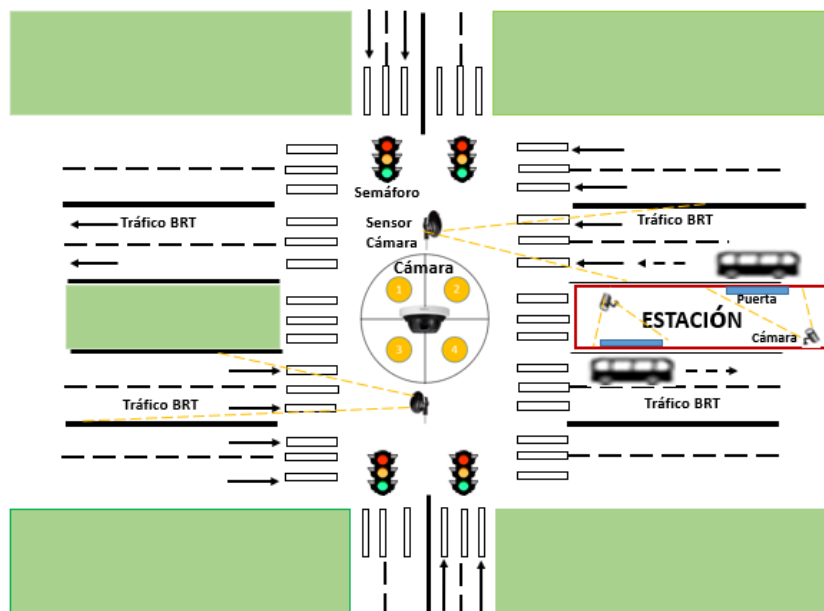


Figura 99. Plano de intersección del corredor vial

Fuente: Elaboración propia

Todo algoritmo de prioridad semafórica diseñado para redireccionar la movilidad urbana hacia un escenario de movilidad inteligente incorpora algunos de estos criterios:

- Longitud de la fila de vehículos con el semáforo en rojo
- Tiempo de retraso en cruces e intersecciones semafóricas
- Tiempo de retraso total en más de un ciclo semafórico o cambio de luces
- Flujo vehicular medido en cantidad de vehículos según horario
- Variabilidad de los patrones de tránsito de vehículos según horario
- Ampliar el tiempo de la luz verde para permitir que el autobús pase, si las señales ya están en verde, o cambiar las señales de tránsito del tránsito contrario para darle paso después de que haya pasado un tiempo mínimo de luz verde. Se adjunta figura 101.

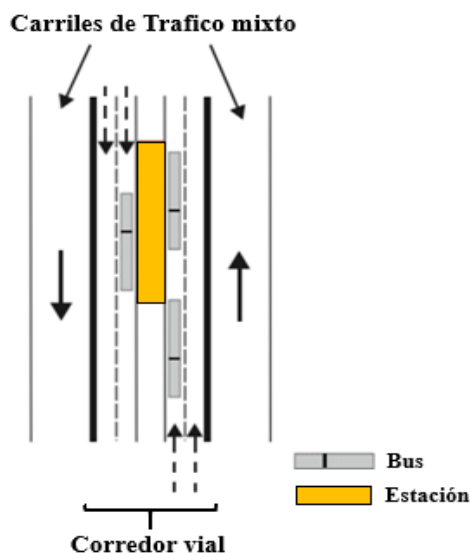


Figura 100. Tramo del corredor vial con la estación del sistema

Fuente: Elaboración propia



Figura 101. Intersección vial - Prioridad semafórica

Fuente: <https://www.lasemaforica.com/es/home/69-productos/deteccion-detrafico/video-detectores>

Al respecto, considerando que debe existir compatibilidad de los elementos que forman parte de la red de semaforización se ha propuesto el Controlador de Tráfico Interactivo Cartesio, cuyas características técnicas de control de señales de tránsito adaptativo, de tecnología de video (sensor Traficam x-stream), sistema de prioridad para los vehículos públicos o de emergencia, etc., que se integra a la plataforma de gestión de

software TMACS, con la capacidad de operar con diferentes modelos de flujos de tráfico (Greenshield, Greenberg, parabólico, logarítmico, modelo del vehículo alineado).

4.3.3.4 Direccionamiento IP de la red de semaforización.

En la figura 102 se muestra la red troncal de fibra óptica desplegada a lo largo del ulterior corredor vial para el transporte terrestre, en la que en cada intersección vial se instalaran los equipos: (01) controlador de tráfico, (02) sensores y (04) semáforos.

Además, en la tabla 7 se detalla el direccionamiento IP de los controladores distribuidos en las 12 estaciones.



Figura 102. Despliegue en la instalación de semáforos y cámaras de videovigilancia

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7.*Direccionamiento IP de los controladores de semáforos*

N	RED	Dispositivo	Anillo	Grupo	Vlan	IP Asignada	Mascara	Gateway
	172.24.20.0/24	Sw Core	1"	Grupo1	20	172.24.20.1	255.255.255.0	-
1	172.24.20.0/24	Controlador1	1"	Grupo1	20	172.24.20.11	255.255.255.0	172.24.20.1
2	172.24.20.0/24	Sensor-Camara	1"	Grupo1	20	172.24.20.12	255.255.255.0	172.24.20.1
3	172.24.20.0/24	Sensor-Camara	1"	Grupo 1	20	172.24.20.13	255.255.255.0	172.24.20.1
4	172.24.20.0/24	Controlador2	1"	Grupo2	20	172.24.20.14	255.255.255.0	172.24.20.1
5	172.24.20.0/24	Sensor-Camara	1"	Grupo2	20	172.24.20.15	255.255.255.0	172.24.20.1
6	172.24.20.0/24	Sensor-Camara	1"	Grupo 2	20	172.24.20.16	255.255.255.0	172.24.20.1
7	172.24.20.0/24	Controlador3	1"	Grupo3	20	172.24.20.17	255.255.255.0	172.24.20.1
8	172.24.20.0/24	Sensor-Camara	1"	Grupo3	20	172.24.20.18	255.255.255.0	172.24.20.1
9	172.24.20.0/24	Sensor-Camara	1"	Grupo 3	20	172.24.20.19	255.255.255.0	172.24.20.1
10	172.24.20.0/24	Controlador4	1"	Grupo4	20	172.24.20.20	255.255.255.0	172.24.20.1
11	172.24.20.0/24	Sensor-Camara	1"	Grupo 4	20	172.24.20.21	255.255.255.0	172.24.20.1
12	172.24.20.0/24	Sensor-Camara	1"	Grupo4	20	172.24.20.22	255.255.255.0	172.24.20.1
13	172.24.20.0/24	Controlador5	2"	Grupo1	20	172.24.20.23	255.255.255.0	172.24.20.1
14	172.24.20.0/24	Sensor-Camara	2"	Grupo1	20	172.24.20.24	255.255.255.0	172.24.20.1
15	172.24.20.0/24	Sensor-Camara	2"	Grupo1	20	172.24.20.25	255.255.255.0	172.24.20.1
16	172.24.20.0/24	Controlador6	2"	Grupo2	20	172.24.20.26	255.255.255.0	172.24.20.1
17	172.24.20.0/24	Sensor-Camara	2"	Grupo2	20	172.24.20.27	255.255.255.0	172.24.20.1
18	172.24.20.0/24	Sensor-Camara	2"	Grupo2	20	172.24.20.28	255.255.255.0	172.24.20.1
19	172.24.20.0/24	Controlador7	2"	Grupo3	20	172.24.20.29	255.255.255.0	172.24.20.1
20	172.24.20.0/24	Sensor-Camara	2"	Grupo3	20	172.24.20.30	255.255.255.0	172.24.20.1
21	172.24.20.0/24	Sensor-Camara	2"	Grupo3	20	172.24.20.31	255.255.255.0	172.24.20.1
22	172.24.20.0/24	Controlador8	2"	Grupo4	20	172.24.20.32	255.255.255.0	172.24.20.1
23	172.24.20.0/24	Sensor-Camara	2"	Grupo4	20	172.24.20.33	255.255.255.0	172.24.20.1
24	172.24.20.0/24	Sensor-Camara	2"	Grupo4	20	172.24.20.34	255.255.255.0	172.24.20.1
25	172.24.20.0/24	Controlador9	3"	Grupo1	20	172.24.20.35	255.255.255.0	172.24.20.1
26	172.24.20.0/24	Sensor-Camara	3"	Grupo1	20	172.24.20.36	255.255.255.0	172.24.20.1
27	172.24.20.0/24	Sensor-Camara	3"	Grupo1	20	172.24.20.37	255.255.255.0	172.24.20.1
28	172.24.20.0/24	Controlador10	3"	Grupo2	20	172.24.20.38	255.255.255.0	172.24.20.1
29	172.24.20.0/24	Sensor-Camara	3"	Grupo2	20	172.24.20.39	255.255.255.0	172.24.20.1
30	172.24.20.0/24	Sensor-Camara	3"	Grupo2	20	172.24.20.40	255.255.255.0	172.24.20.1
31	172.24.20.0/24	Controlador11	3"	Grupo3	20	172.24.20.41	255.255.255.0	172.24.20.1
32	172.24.20.0/24	Sensor-Camara	3"	Grupo3	20	172.24.20.42	255.255.255.0	172.24.20.1
33	172.24.20.0/24	Sensor-Camara	3"	Grupo3	20	172.24.20.43	255.255.255.0	172.24.20.1
34	172.24.20.0/24	Controlador12	3"	Grupo4	20	172.24.20.44	255.255.255.0	172.24.20.1
35	172.24.20.0/24	Sensor-Camara	3"	Grupo4	20	172.24.20.45	255.255.255.0	172.24.20.1
36	172.24.20.0/24	Sensor-Camara	3"	Grupo4	20	172.24.20.46	255.255.255.0	172.24.20.1

Fuente: Elaboración propia

4.3.4 Especificaciones técnicas del sistema de recaudo.**4.3.4.1 Cálculo del ancho de banda y del almacenamiento de la red de recaudo.**

El sistema de recaudo consta de los siguientes elementos:

(02) Máquinas de acceso (torniquete) por estación conectadas en forma directa a los
 (02) validadores de medio de pago, cuya función es habilitar o deshabilitar el acceso de los pasajeros a la sala de embarque.

La velocidad de transmisión de datos entre la tarjeta inteligente y el validador es de 848 Kbps.

(02) Validadores de medio de pago por estación, que interactúan con el servidor central de recaudo a través del puerto Ethernet mediante la velocidad de transferencia de datos igual 848 kbps.

(02) Máquinas automáticas para venta / recarga de tarjetas inteligentes por estación, que interactúan con el servidor central de recaudo a través del puerto Ethernet. Para cada máquina de recarga también consideramos que se comunica a la velocidad de transmisión de datos igual a 848 Kbps.

$2 \text{ validador/estación} \times 848 \text{ Kbps/validador} \times 4 \text{ estaciones} / 1 \text{ anillo} = 6.784 \text{ Mbps.}$
/Anillo.

$2 \text{ máquinas automáticas} / \text{estación} \times 848 \text{ Kbps/máquina} \times 4 \text{ estaciones} / 1 \text{ anillo} =$
 $6.784 \text{ Mbps.} / \text{Anillo.}$

Los equipos de los servicios semafóricos y de recaudo comparten el mismo anillo (figura 118) , tendremos que el ancho de banda (BW) por anillo requerido para los servicios de comunicación (recaudo + control semafórico) es:

$\text{BW (conectividad)} = \text{BW Validador} + \text{BW Maquina automática} + \text{BW Semafórico}$

$\text{BW (conectividad)} = 6.784 \text{ Mbps} + 6.784 \text{ Mbps} + 400 \text{ Mbps} = 413.568 \text{ Mbps}$

El ancho de banda obtenido es menor que el valor de la capacidad del enlace óptico del anillo porque es de 1 Gbps.

Para la obtención de la capacidad de almacenamiento del sistema de recaudo (validador y máquina automática de venta / recarga de tarjetas), primero nos referiremos a las tarjetas inteligentes que son utilizadas para el acceso a la sala de embarque, de las cuales algunos pasajeros tienen la tarjeta con saldo para el acceso y otros compran o recargan la tarjeta para el acceso a la sala. Estos procesos se realizan a tiempo real en forma diaria en las 12 estaciones.

Para la obtención diaria y anual del flujo de transacciones que se realizaran entre los validadores de las estaciones con el servidor central de recaudo; tomamos como referencia que en la ciudad de Lima tenemos una alta población de 9 millones 320 mil habitantes (año 2018) y considerando que el índice de actividades financieras y económicas es alto, por

consiguiente tenemos un mayor número de población económicamente activas (PEA) que se desplazan a sus centros laborales utilizando el sistema de transporte terrestre Metropolitano compuesto por 38 estaciones y una longitud del corredor troncal de 26 Km. De acuerdo a la tabla 8, nos muestra las estadísticas del Instituto Metropolitano ProTransporte de Lima, se tiene 161,969,698 promedio anual de validaciones de pasajeros, obteniendo 449,915 validaciones promedio diario. También, deducimos que durante los (05) últimos años tenemos un 5.2% promedio anual de incremento de validaciones.

Tabla 8.

Validaciones de pasajeros del Metropolitano de Lima

Año	Total Troncal	Total Alimentador	Total Validaciones
2010	21,789,316	1,276,074	23,065,390
2011	87,007,066	19,067,524	106,074,590
2012	103,169,198	31,596,309	134,765,507
2013	119,028,985	48,611,313	167,640,298
2014	133,832,554	54,780,181	188,612,735
2015	135,651,105	64,014,797	199,665,902
2016	142,906,000	68,350,362	211,256,362
2017	143,957,613	67,660,278	211,617,891
2018	148,255,732	66,772,881	215,028,613
TOTAL	1,035,597,569	422,129,719	1,457,727,288

Fuente: <https://www.protransporte.gob.pe/wp-content/uploads/2019/05/Memoria-Institucional-2018.pdf>

En la ciudad de Chiclayo se tiene una población de 799,675 (año 2017), según el proyecto propuesto en la plataforma de comunicaciones considerado para el ulterior corredor vial de transporte terrestre consta de 12 estaciones y una longitud de 5.481 Km; utilizando los datos de la ciudad de Chiclayo y comparando con los datos en la ciudad de Lima tenemos 16,640 validaciones diarias cuyas tarjetas inteligentes son utilizadas por los pasajeros, el valor obtenido concuerda o es normal si tenemos en cuenta que el flujo de habitantes que se desplazan a sus centros laborales no es elevado en relación al de la ciudad de Lima, también se considera que el número de estaciones es menor y el tramo recorrido del corredor vial no es largo. Del total de validaciones se incluye la recarga/venta de la tarjeta inteligente (smart

card) realizado por la máquina automática (o expendedoras) de recaudo, puntos de venta en estaciones y puntos de recarga externos, que genera transacciones que se realiza con el servidor central.

Tabla 9.

Cantidad de Vehículos por Tipo de Servicio en Chiclayo

Tipo de Servicio	Tipo Vehículo	Cantidad	Participacion (%)
Especial	Taxi	10,981	44.64
Especial	Mototaxis	10,013	40.69
Regular	Camioneta Rural	1,816	7.38
Regular	Colectivos	1,633	6.65
Regular	Omnibus	157	0.64
Total		24,606	100

Fuente: Gerencia de Desarrollo Vial y Transporte Municipalidad de Chiclayo

A continuación, verificamos el número de validaciones obtenidas utilizando la tabla 9, correspondiente a la cantidad de vehículos que transitan en Chiclayo, que nos muestra la distribución vehicular según tipo de servicio, donde el 8% corresponde a las camionetas rurales y ómnibus que está compuesto por el sistema de transporte masivo urbano.

Al respecto, si consideramos la capacidad en promedio (8.5) pasajeros que se trasladan diariamente en la ciudad de Chiclayo utilizando la camioneta rural (7.38%) y ómnibus (0.64 %), tendremos 8 % (24,606) (8.5) que es el volumen diario que alcanza un total de 16,730 pasajeros. Por lo tanto, comparando con el análisis anterior (con el sistema de transporte terrestre Metropolitano de Lima) los valores obtenidos son aproximadamente similares; por lo que en el presente estudio consideramos el número de validaciones o tarjetas utilizadas por los pasajeros (16,640) al ingresar a la sala de embarque.

En la tabla 10, se muestra la evolución de la población metropolitana de la ciudad de Chiclayo con sus distritos de Chiclayo, Leonardo Ortiz y La Victoria, pertenecientes a la zona urbana. Se observa que durante los últimos 39 años hasta el año 2019 ha tenido un crecimiento apreciable, inclusive la proyección al año 2024 con respecto al año 2019

tenemos un incremento del 5%. Dada la tendencia que viene cumpliendo respecto al incremento de la población y brindando un buen servicio de transporte, y por supuesto una permanente difusión del servicio tendremos un significativo incremento de pasajeros; en este análisis asumiremos un 5% la tendencia de incremento anual de pasajeros. En ambos casos (Validador y Máquina automática de recaudo), utilizamos la capacidad de lectura de la tarjeta inteligente igual a 10 KB cuando interactúa con el equipo validador.

Tabla 10.

Evolución de la población en la provincia de Chiclayo

Distrito	Poblacion 1981		Poblacion 1993		Poblacion 2007		Poblacion 2009		Poblacion 2014		Poblacion 2019		Poblacion 2024	
	Nro.	%	Nro.	%	Nro.	%	Nro.	%	Nro.	%	Nro.	%	Nro.	%
1. Chiclayo	213,366	56	239,887	43.6	260,948	37.4	264,618	36.9	272,140	35.7	279,662	34.6	287,184	33.7
2. Jose Leonardo Ortiz	71,767	19	119,433	21.7	161,717	23.2	161,758	23.4	182,859	23.6	197,961	24.5	213,062	25
3. La Victoria	0	0	60,249	11	77,699	11.1	80,191	11.2	86,423	11.4	92,655	11.5	98,887	11.6
4. Pimentel	10,648	3	18,524	3.4	32,346	4.6	34,320	4.8	39,256	5.2	44,193	5.5	49,129	5.8
5. Monsefu	22,319	6	27,986	5.1	30,123	4.3	30,428	4.2	31,191	4.5	31,954	4	32,718	3.8
6. Pomalca	0	0	0	0	23,092	3.3	23,493	3.3	24,496	3.2	25,498	3.2	26,501	3.1
7. Reque	7,057	2	9,483	1.7	12,606	1.8	13,052	1.8	14,167	1.8	15,283	1.9	16,398	1.9
8. Santa Rosa	5,262	1	8,641	1.6	10,965	1.6	11,297	1.6	12,127	1.5	12,956	1.6	13,786	1.6
9. Eten	9,851	3	1,195	2	10,673	1.5	10,598	1.5	10,412	1.3	10,226	1.3	10,039	1.2
10. Eten Puerto	2,162	1	2,472	0.4	2,238	0.3	2,205	0.3	2,121	0.3	2,037	0.3	1,954	0.2
11. Lambayeque	29,656	8	45,090	8.2	63,376	9.1	66,000	9.2	72,534	9.5	79,069	9.8	85,603	10
12. San Jose	5,592	1	7,219	1.3	12,078	1.7	12,772	1.8	14,507	1.9	16,243	2	17,978	2.1
Total	377,680	100	550,179	100	697,861	100	716,732	100	762,233	100	807,737	100	853,239	100

Fuente: https://www.munichiclayo.gob.pe/Documentos/PDF_PDUA/PDUA_CAP_III_P1.pdf

Por lo tanto, la capacidad de almacenamiento en forma diaria que se realiza desde los validadores y máquinas de recaudo (venta / recarga) con el servidor central es de:

Validadores + Maquinas automática de recaudo: $16,640 \times 10 \text{ KB} = 166.40 \text{ MB}$

Durante 7 días la capacidad de almacenamiento total en disco duro es de 1.1648 GB.

Al respecto, se utilizará un disco duro de 8 TB, capacidad suficiente de almacenamiento en el servidor y también permitirá almacenar el software de gestión.

4.3.4.2 Especificaciones técnicas generales de la red de recaudo.

El sistema de recaudo comprende los siguientes elementos: Tarjeta de proximidad, Torniquete (o molinete), Validador de medio de pago y la Máquina de recarga - venta.

Luego de evaluar una serie de productos por parte de los fabricantes de sistemas de recaudo, se han escogido modelos referenciales.

A continuación, se proporcionan los productos cuyos parámetros se adaptan a lo requerido en el estudio.

Tarjeta inteligente sin contacto modelo referencial MIFARE.

Se propone el uso de la tarjeta sin contacto porque se considera que es el mejor sistema para agilizar los pagos. Además, evita los problemas que surgen del pago con tarjetas con contacto como son la mala lectura por parte de las canceladoras debido a la suciedad que con el paso de las tarjetas se queda acumulada. A continuación, en el anexo 6 se adjunta las especificaciones técnicas de la tarjeta inteligente NFC., MIFARE. Se adjunta la figura 103.



Figura 103. Tarjeta inteligente NFC

Fuente: <https://akrocard.com/producto/tarjeta-nfc/>

Torniquete (o Molinete) Modelo Referencial Slim High-Flow

Luego de revisar productos de torniquetes ofertados por los fabricantes, se ha elegido el torniquete modelo Slim High-Flow. Molinete modelo gabinete proyectado para soportar el elevado flujo de personas. Con un diseño moderno y robusto, es ideal para ambientes que exigen equipos sometidos a trabajos intensos y bastante pesados.

Posee un sistema que ofrece más confort en el paso del usuario, además de diversas opciones que permiten atender las necesidades específicas de diferentes proyectos de transporte público. Permite controles operativos de alta tecnología, proporcionando seguridad, confort e higiene, cuidados fundamentales para aplicaciones en locales con gran

flujo. Se adjunta la figura 104. A continuación, en el anexo 6 se proporcionan las especificaciones técnicas generales que se adaptan a nuestro estudio.



Figura 104. Torniquete Modelo Slim High - Flow

Fuente: <https://www.larosoft.com/torniquetes-y-pasillos/>

Validador de medio de pago Modelo Referencial iVAL-One

Es un dispositivo que administra los procesos de inspección y cobro de tarifas para tarjetas de proximidad inteligentes. Diseñado para sistemas de cobro de tarifa automática, que permite brindar un servicio de cobro de pasajes sin efectivo, en forma eficiente, rápido y seguro.

Se ha elegido el validador modelo iVAL-One. Se adjunta la figura 105 y en el anexo 6 se describen las especificaciones técnicas generales.



Figura 105. Validador de Medio de pago Modelo iVAL-One

Fuente: <http://www.integri-sys.com/wp-content/uploads/2018/05/ival-one-1.pdf>

Maquina automática de venta y recarga, modelo referencial DK-S3601

La norma ISO 24014-1 define una arquitectura funcional para sistemas de recaudo interoperables y propone roles para ejecutar las funciones requeridas con el fin de garantizar interoperabilidad entre varios actores en el contexto del uso de un medio de pago electrónico.

Luego de evaluar una serie de productos de máquina automática o expendedora por parte de los fabricantes, se ha elegido el modelo DK-S3601 (figura 106). A continuación, se proporcionan las especificaciones técnicas generales cuyos parámetros se adaptan a lo requerido en el estudio. En el anexo 6 se describe las especificaciones técnicas generales.



Figura 106. Máquina automática de carga y recarga de tarjetas modelo DK - S3601

Fuente: <http://www.diversitykiosk.com/bbx/549837549836.html?id=14980&pid=617863>

Servidor de recaudo

A continuación, en el anexo 6 se proporcionan las características técnicas generales del servidor que almacenara el software de gestión de recaudo encargado de administrar la plataforma de 24 validadores y 24 máquinas automáticas de venta / recarga.

Software de gestión del sistema de recaudo FareOn

Asegura tanto la funcionalidad y control de todo el sistema de recaudo.

A continuación, en el anexo 6 se proporcionan las características técnicas generales de la plataforma del software central de control “FareON”, encargado de administrar la plataforma de recaudo.

4.3.4.3 Direccionamiento IP de los equipos del sistema de recaudo.

En la tabla 11 se detalla el direccionamiento IP de los equipos distribuidos en: (02) validadores de medio de pago y (02) máquinas automáticas de venta y recarga de tarjetas.

Tabla 11.

Direccionamiento IP del sistema de recaudo

N	RED	Dispositivo	Anillo	Grupo	Vlan	IP Asignada	Mascara	Gateway
	172.24.10.0/24	Sw Core	1"	Grupo1	10	172.24.10.1	255.255.255.0	-
1	172.24.10.0/24	Validador/Recarga1	1"	Grupo1	10	172.24.10.11	255.255.255.0	172.24.10.1
2	172.24.10.0/24	Validador/Recarga2	1"	Grupo1	10	172.24.10.12	255.255.255.0	172.24.10.1
3	172.24.10.0/24	Validador/Recarga3	1"	Grupo1	10	172.24.10.13	255.255.255.0	172.24.10.1
4	172.24.10.0/24	Validador/Recarga4	1"	Grupo1	10	172.24.10.14	255.255.255.0	172.24.10.1
5	172.24.10.0/24	Reserva Validador/Recarga	1"	Grupo1	10	172.24.10.15	255.255.255.0	172.24.10.1
6	172.24.10.0/24	Validador/Recarga5	1"	Grupo2	10	172.24.10.21	255.255.255.0	172.24.10.1
7	172.24.10.0/24	Validador/Recarga6	1"	Grupo2	10	172.24.10.22	255.255.255.0	172.24.10.1
8	172.24.10.0/24	Validador/Recarga7	1"	Grupo2	10	172.24.10.23	255.255.255.0	172.24.10.1
9	172.24.10.0/24	Validador/Recarga8	1"	Grupo2	10	172.24.10.24	255.255.255.0	172.24.10.1
10	172.24.10.0/24	Reserva Validador/Recarga	1"	Grupo2	10	172.24.10.25	255.255.255.0	172.24.10.1
11	172.24.10.0/24	Validador/Recarga9	1"	Grupo3	10	172.24.10.31	255.255.255.0	172.24.10.1
12	172.24.10.0/24	Validador/Recarga10	1"	Grupo3	10	172.24.10.32	255.255.255.0	172.24.10.1
13	172.24.10.0/24	Validador/Recarga11	1"	Grupo3	10	172.24.10.33	255.255.255.0	172.24.10.1
14	172.24.10.0/24	Validador/Recarga12	1"	Grupo3	10	172.24.10.34	255.255.255.0	172.24.10.1
15	172.24.10.0/24	Reserva Validador/Recarga	1"	Grupo3	10	172.24.10.35	255.255.255.0	172.24.10.1
16	172.24.10.0/24	Validador/Recarga13	1"	Grupo4	10	172.24.10.41	255.255.255.0	172.24.10.1
17	172.24.10.0/24	Validador/Recarga14	1"	Grupo4	10	172.24.10.42	255.255.255.0	172.24.10.1
18	172.24.10.0/24	Validador/Recarga15	1"	Grupo4	10	172.24.10.43	255.255.255.0	172.24.10.1
19	172.24.10.0/24	Validador/Recarga16	1"	Grupo4	10	172.24.10.44	255.255.255.0	172.24.10.1
20	172.24.10.0/24	Reserva Validador/Recarga	1"	Grupo4	10	172.24.10.45	255.255.255.0	172.24.10.1
21	172.24.10.0/24	Validador/Recarga17	2"	Grupo1	10	172.24.10.51	255.255.255.0	172.24.10.1
22	172.24.10.0/24	Validador/Recarga18	2"	Grupo1	10	172.24.10.52	255.255.255.0	172.24.10.1
23	172.24.10.0/24	Validador/Recarga19	2"	Grupo1	10	172.24.10.53	255.255.255.0	172.24.10.1
24	172.24.10.0/24	Validador/Recarga20	2"	Grupo1	10	172.24.10.54	255.255.255.0	172.24.10.1
25	172.24.10.0/24	Reserva Validador/Recarga	2"	Grupo1	10	172.24.10.55	255.255.255.0	172.24.10.1
26	172.24.10.0/24	Validador/Recarga21	2"	Grupo2	10	172.24.10.61	255.255.255.0	172.24.10.1
27	172.24.10.0/24	Validador/Recarga22	2"	Grupo2	10	172.24.10.62	255.255.255.0	172.24.10.1
28	172.24.10.0/24	Validador/Recarga23	2"	Grupo2	10	172.24.10.63	255.255.255.0	172.24.10.1
29	172.24.10.0/24	Validador/Recarga24	2"	Grupo2	10	172.24.10.64	255.255.255.0	172.24.10.1
30	172.24.10.0/24	Reserva Validador/Recarga	2"	Grupo2	10	172.24.10.65	255.255.255.0	172.24.10.1
31	172.24.10.0/24	Validador/Recarga25	2"	Grupo3	10	172.24.10.71	255.255.255.0	172.24.10.1
32	172.24.10.0/24	Validador/Recarga26	2"	Grupo3	10	172.24.10.72	255.255.255.0	172.24.10.1
33	172.24.10.0/24	Validador/Recarga27	2"	Grupo3	10	172.24.10.73	255.255.255.0	172.24.10.1
34	172.24.10.0/24	Validador/Recarga28	2"	Grupo3	10	172.24.10.74	255.255.255.0	172.24.10.1
35	172.24.10.0/24	Reserva Validador/Recarga	2"	Grupo3	10	172.24.10.75	255.255.255.0	172.24.10.1
36	172.24.10.0/24	Validador/Recarga29	2"	Grupo4	10	172.24.10.81	255.255.255.0	172.24.10.1
37	172.24.10.0/24	Validador/Recarga30	2"	Grupo4	10	172.24.10.82	255.255.255.0	172.24.10.1
38	172.24.10.0/24	Validador/Recarga31	2"	Grupo4	10	172.24.10.83	255.255.255.0	172.24.10.1
39	172.24.10.0/24	Validador/Recarga32	2"	Grupo4	10	172.24.10.84	255.255.255.0	172.24.10.1
40	172.24.10.0/24	Reserva Validador/Recarga	2"	Grupo4	10	172.24.10.85	255.255.255.0	172.24.10.1
41	172.24.10.0/24	Validador/Recarga33	3"	Grupo1	10	172.24.10.91	255.255.255.0	172.24.10.1
42	172.24.10.0/24	Validador/Recarga34	3"	Grupo1	10	172.24.10.92	255.255.255.0	172.24.10.1
43	172.24.10.0/24	Validador/Recarga35	3"	Grupo1	10	172.24.10.93	255.255.255.0	172.24.10.1
44	172.24.10.0/24	Validador/Recarga36	3"	Grupo1	10	172.24.10.94	255.255.255.0	172.24.10.1
45	172.24.10.0/24	Reserva Validador/Recarga	3"	Grupo1	10	172.24.10.95	255.255.255.0	172.24.10.1
46	172.24.10.0/24	Validador/Recarga37	3"	Grupo2	10	172.24.10.101	255.255.255.0	172.24.10.1
47	172.24.10.0/24	Validador/Recarga38	3"	Grupo2	10	172.24.10.102	255.255.255.0	172.24.10.1
48	172.24.10.0/24	Validador/Recarga39	3"	Grupo2	10	172.24.10.103	255.255.255.0	172.24.10.1
49	172.24.10.0/24	Validador/Recarga40	3"	Grupo2	10	172.24.10.104	255.255.255.0	172.24.10.1
50	172.24.10.0/24	Reserva Validador/Recarga	3"	Grupo2	10	172.24.10.105	255.255.255.0	172.24.10.1
51	172.24.10.0/24	Validador/Recarga41	3"	Grupo3	10	172.24.10.111	255.255.255.0	172.24.10.1
52	172.24.10.0/24	Validador/Recarga42	3"	Grupo3	10	172.24.10.112	255.255.255.0	172.24.10.1
53	172.24.10.0/24	Validador/Recarga43	3"	Grupo3	10	172.24.10.113	255.255.255.0	172.24.10.1
54	172.24.10.0/24	Validador/Recarga44	3"	Grupo3	10	172.24.10.114	255.255.255.0	172.24.10.1
55	172.24.10.0/24	Reserva Validador/Recarga	3"	Grupo3	10	172.24.10.115	255.255.255.0	172.24.10.1
56	172.24.10.0/24	Validador/Recarga45	3"	Grupo4	10	172.24.10.121	255.255.255.0	172.24.10.1
57	172.24.10.0/24	Validador/Recarga46	3"	Grupo4	10	172.24.10.122	255.255.255.0	172.24.10.1
58	172.24.10.0/24	Validador/Recarga47	3"	Grupo4	10	172.24.10.123	255.255.255.0	172.24.10.1
59	172.24.10.0/24	Validador/Recarga48	3"	Grupo4	10	172.24.10.124	255.255.255.0	172.24.10.1
60	172.24.10.0/24	Reserva Validador/Recarga	3"	Grupo4	10	172.24.10.125	255.255.255.0	172.24.10.1

Fuente: Elaboración propia

4.3.5 Especificaciones técnicas del sistema de transmisión de datos.

4.3.5.1 Cálculo del ancho de banda y almacenamiento de la red.

Tomando en cuenta que la red de transmisión de datos tiene un conmutador central que conecta a los (06) anillos ópticos (figura 118) mediante puertos de alta velocidad del orden de 1Gbps y comparando esta velocidad con las bajas velocidades de las redes de videovigilancia y de comunicaciones (semafórico y recaudo), consideramos una reducida utilización del ancho de banda en la red. Además, el flujo de datos que entregan los servicios se almacena en los discos duros de sus servidores; por lo tanto, el servidor de la red de transmisión de datos almacena datos referentes a: las configuraciones de los conmutadores, software de gestión y alarmas de la red. En seguida, obtendremos la capacidad de storage, considerando la velocidad de transmisión de 1 Gbps y almacenamiento diario tendremos 10.8 TB; por consiguiente, el servidor tendrá 2 discos duros de 8TB cada uno. A continuación, presentamos el consolidado del ancho de banda de cada uno de los servicios.

BW = 1Gbps, de la red de transmisión (que transporta los datos de cada servicio)

BW = 180.8 Mbps, servicio videovigilancia

BW = 413.568 Mbps, servicio comunicaciones (semafórico y recaudo)

4.3.5.2 Especificaciones técnicas generales de la red de transmisión de datos.

Luego de evaluar una serie de productos de diferentes fabricantes de conmutadores; como referencia se han elegido los conmutadores RAD SecFlow-2 y SecFlow-4, cuyas especificaciones técnicas generales se adaptan en el presente estudio. RAD Data Communications presenta un switch Ethernet diseñado especialmente para aplicaciones industriales críticas, robustos, y en el mercado de los servicios públicos.

Conmutadores (SW2) de capa 2, Modelo de referencia SecFlow-2 RAD

El compacto SecFlow-2 es un robusto switch/router Ethernet con mecanismos de seguridad integrado diseñado específicamente para aplicaciones de SCADA. Integra

funcionalidades multiservicio, para proporcionar acceso de red a sitios remotos, así como conectividad de la interfaz en serie de dispositivos de usuario heredados. El switch está diseñado para instalación bajo condiciones ambientales adversas. Se adjunta la figura 107.

SecFlow-2 admite anillos Ethernet de acuerdo con el estándar ITU-T G.8032, para detección rápida de fallas y cambio independientemente de la escala de la red. Admite dos Gigabit Ethernet, hasta 16 Fast Ethernet y puertos seriales para servicios heredados.

Es ideal para empresas de servicios públicos y organizaciones de infraestructura crítica que requieren seguridad distribución. En el anexo 7 se describe las especificaciones técnicas generales.



Figura 107. Switch - Router SecFlow2 RAD

Fuente: <http://isec.com.co/ficha-tecnica/rad/SecFlow-2-networking-RAD.pdf>

Conmutador (SW3) de capa 2/3, instalado en los anillos ópticos y en el centro de control, Modelo de referencia SecFlow4 RAD

SecFlow-4 es un sistema modular con mecanismos de seguridad integrado diseñado específicamente para aplicaciones de SCADA de alta densidad. Proporciona una plataforma flexible con una combinación de fibra y puertos Ethernet de cobre, así como interfaces serie para dispositivos heredados. Se adjunta la figura 108.

Conmutador Ethernet reforzado, modular y de alta densidad, implementado en entornos industriales hasta 28 puertos GbE full dúplex para ambos Ethernet e IP y PoE opcional.

El Switch/Router SecFlow-4, utilizado para empresas de servicios públicos y organizaciones de infraestructura crítica de seguridad distribuido, tales como Smart Grid y los operadores inteligentes de transporte, agua y gas, y organismos de seguridad pública y de seguridad del estado. En el anexo 7 se describe las especificaciones técnicas generales.



Figura 108. Switch - Router SecFlow4 RAD

Fuente: <http://www.isec.com.co/detalle-producto/secflow-4/>

Servidor para la red de transmisión de datos Modelo referencial del Servidor Dell PowerEdge R730.

En el anexo 7 se describe las especificaciones técnicas generales del servidor que alojará el software de gestión de la red de datos, encargado de administrar la plataforma de la red de transmisión de datos, compuesto por conmutadores que se encuentran instalados en una topología estrella -anillo (acceso). Se adjunta la figura 109 y 121 (ver topología).

Para determinar los elementos del servidor, se ha tomado como referencia los requisitos mínimos del procesador, la cantidad de elementos y flujo de datos en la red.



Figura 109. Servidor Dell PowerEdge R730

Fuente: <https://intercompras.com/p/servidor-dell-poweredge-r730-intel-xeon-e5-v4-ghz-16gb-1tb-sin-sistema-136765>

Software de gestión de la red de transmisión de datos – Administrador del sistema de referencia RADview EMS

Se ha elegido el software propietario del fabricante RAD denominado RADview-EMS, que sería instalado en el servidor, para la gestión, supervisión y control de los equipos que forman parte de la red de transmisión de datos. Es un sistema multiplataforma aplicado para la configuración, aprovisionamiento, monitoreo, administración de redes y servicios de un extremo a otro. Totalmente compatible con los estándares de la red de administración de telecomunicaciones (TMN) de ITU-T, el sistema de administración RADview-EMS presenta capacidades avanzadas de detección de falla, configuración, administración, rendimiento, seguridad (FCAPS) y es compatible con el portal de monitoreo de rendimiento de Ethernet RADview-PM en tiempo real y supervisión del rendimiento del servicio Ethernet.

Su programación se ha realizado en Java y optimizado para el protocolo SNMP, permitiendo disponer de una arquitectura cliente/servidor para la gestión y supervisión flexible y fácil configuración. En el anexo 7 se adjunta las especificaciones técnicas del software de gestión de la red de transmisión de datos RADview-EMS.

4.3.5.3 Direccionamiento IP de los conmutadores de la red de datos.

A continuación, se detalla el direccionamiento de los (24) conmutadores (Tabla 12), de los cuales en cada anillo óptico se encuentran instalados (04) conmutadores y cada uno de ellos tiene conectividad con el conmutador principal vía enlace de 1 Gbps.

Tabla 12.

Direccionamiento IP de los conmutadores de la red de datos

IPs de Gestion para switches					
Dispositivo	Anillo	Vlan	IP	Mascara	Gateway
Switch Core (Centro de Gestion)	1	100	172.24.100.1	255.255.255.0	172.24.100.1
Switch 1	1	100	172.24.100.11	255.255.255.0	172.24.100.1
Switch 2	1	100	172.24.100.12	255.255.255.0	172.24.100.1
Switch 3	1	100	172.24.100.13	255.255.255.0	172.24.100.1
Switch 4	1	100	172.24.100.14	255.255.255.0	172.24.100.1
Switch 5	1	100	172.24.100.21	255.255.255.0	172.24.100.1
Switch 6	1	100	172.24.100.22	255.255.255.0	172.24.100.1
Switch 7	1	100	172.24.100.23	255.255.255.0	172.24.100.1
Switch 8	1	100	172.24.100.24	255.255.255.0	172.24.100.1
Switch 9	2	100	172.24.100.31	255.255.255.0	172.24.100.1
Switch 10	2	100	172.24.100.32	255.255.255.0	172.24.100.1
Switch 11	2	100	172.24.100.33	255.255.255.0	172.24.100.1
Switch 12	2	100	172.24.100.34	255.255.255.0	172.24.100.1
Switch 13	2	100	172.24.100.41	255.255.255.0	172.24.100.1
Switch 14	2	100	172.24.100.42	255.255.255.0	172.24.100.1
Switch 15	2	100	172.24.100.43	255.255.255.0	172.24.100.1
Switch 16	2	100	172.24.100.44	255.255.255.0	172.24.100.1
Switch 17	3	100	172.24.100.51	255.255.255.0	172.24.100.1
Switch 18	3	100	172.24.100.52	255.255.255.0	172.24.100.1
Switch 19	3	100	172.24.100.53	255.255.255.0	172.24.100.1
Switch 20	3	100	172.24.100.54	255.255.255.0	172.24.100.1
Switch 21	3	100	172.24.100.61	255.255.255.0	172.24.100.1
Switch 22	3	100	172.24.100.62	255.255.255.0	172.24.100.1
Switch 23	3	100	172.24.100.63	255.255.255.0	172.24.100.1
Switch 24	3	100	172.24.100.64	255.255.255.0	172.24.100.1

Fuente: Elaboración propia

4.3.6 Especificaciones técnicas del sistema de fibra óptica.

4.3.6.1 Aspectos de diseño de la red de fibra óptica.

El medio de transmisión que interconecta el conmutador principal con los anillos ópticos es la fibra óptica por ser más eficiente y porque será continua con amplio ancho de banda requerido en la comunicación.

El cable de fibra utilizado es de 24 hilos, de los cuales 6 hilos estarán activos y los otros 18 hilos serán de reserva pasivos, que estarán desplegados a través de distribuidores ópticos (ODF), adaptadores y conectores, que deberán ser compatibles.

Considerando que, a través de la red de fibra óptica permitirá interconectar dispositivos de videovigilancia, controladores de tráfico semafórico, sensores de detección de video, validadores de medio de pago y equipos de venta/recarga de tarjetas inteligentes, la conectividad de estos dispositivos finales no es de alto consumo de capacidad y oscila entre 10 y 100 Mbps.

Los valores obtenidos de ancho de banda por cada servicio nos muestran un bajo consumo en comparación con el ancho de banda de cada enlace óptico que es de 1 Gbps; sin embargo, calcularemos el ancho de banda del enlace de fibra óptica.

De acuerdo a las especificaciones técnicas generales del equipo conmutador (SW3) se tiene la capacidad de 1 Gbps para transmitir los datos desde cada anillo óptico hasta el Centro de Control.

Se tiene 3 anillos por cada servicio (comunicaciones y videovigilancia), y en cada caso el requerimiento por anillo es mucho menor a la capacidad ofrecida, en videovigilancia es $180.8 \text{ Mbps} \times \text{Anillo}$ y en comunicaciones no supera los 413.568 Mbps, en consecuencia, la capacidad de reserva a futuro es altamente suficiente.

1. Cálculo del presupuesto de potencia.

Tomando como referencia el cuadro de la tabla 4 Distribución de las estaciones, semáforos y coordenadas, realizaremos el cálculo de atenuación en la red propuesta para el caso más extremo.

La distancia entre el Centro de Control hacia la estación más cercana es de 1 Km y que la estación más lejana es la estación N° 12, tenemos un trayecto donde se puede evaluar todos los factores que producen atenuación. Se adjunta figura 110.

Un enlace de fibra óptica presenta los siguientes mecanismos de atenuación debido a:

Factores intrínsecos. Que corresponden al mismo material del cual está compuesto el medio de transmisión. Para nuestro caso, conforme se incrementa la longitud del cable la atenuación también se incrementa.

La atenuación para el presente caso, depende del tipo de fibra óptica utilizada y las longitudes de onda con la que se transmite y se recibe información, la fibra óptica a utilizar es monomodo y las longitudes de onda, serán de 1310 nm (cercana a segunda ventana – 1300

nm) y de 1490 nm (cercana a tercera ventana – 1550 nm). Los cálculos del presupuesto de potencia debido a la cercanía de las longitudes de onda, pueden ser considerados totalmente válidos.

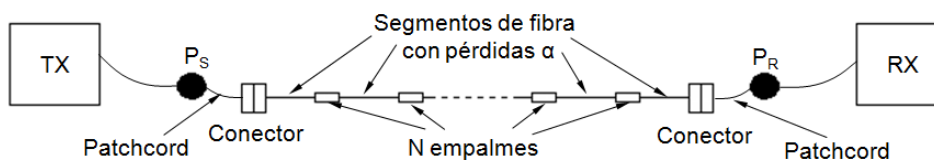


Figura 110. Enlace de fibra óptica

Fuente: Elaboración propia

En segunda ventana la atenuación típica para efectos de cálculos es de 0.5 dB/Km.

En tercera ventana la atenuación típica para efectos de cálculos es de 0.2 dB/Km.

Factores extrínsecos. Que corresponden a otros mecanismos como son:

a) empalmes, b) conectores, c) cables de parcheo

La atenuación típica correspondiente a un empalme es de 0.2 dB como máximo.

Los empalmes se producen en los extremos del trayecto de un enlace óptico y también entre los extremos de los cables de dos carretes. Las longitudes de los cables de los carretes son variables, típicamente son de 2, 4, 5 Km de longitud.

Tomaremos el caso de carretes con bobinas de cable de 2 Km.

En cada extremo del enlace donde se tienen conectores para fibra óptica, debemos de considerar como máximo 3.5 dB. Los cables de parcheo (cables cortos con conectores en sus extremos) que permiten la conexión de la planta con los equipos de comunicaciones, los pigtails que son cables que sirven para añadir un conector en los extremos de los cables de fibra óptica instalados, son los conectores considerados dentro de este valor de 3.5 dB en cada extremo, para efectos de diseño.

Pérdidas por inserción. Son aquellas pérdidas debidas a la fuente de emisión.

Considerando la fuente de emisión laser, la pérdida por inserción típica es de 3 dB.

Cálculo de pérdidas:

Pérdidas del trayecto Centro de Control – Estación N° 12

Atenuación total = Atenuación (fibra) + Atenuación (empalmes) + Atenuación (conectores) + Atenuación (inserción)

Atenuación total = $0.5 \text{ dB/Km} \times (1\text{Km} + 5.5\text{Km}) + 0.2 \text{ dB} \times (3) + 2 \times 3.5 \text{ dB} + 3 \text{ dB}$
 = Atenuación total = 13.85 dB (2da. Ventana)

Atenuación total = $0.2 \text{ dB/Km} \times (1\text{Km} + 5.5\text{Km}) + 0.2 \text{ dB} \times (3) + 2 \times 3.5 \text{ dB} + 3 \text{ dB}$
 = Atenuación total = 11.9 dB (3ra. Ventana)

Margen de seguridad:

Para futuros cambios la UIT recomienda considerar un margen de seguridad entre 3 a 4.8 dB, para nuestro caso consideraremos el segundo valor.

Presupuesto de potencia para el trayecto considerado.

Presupuesto de potencia del trayecto total (peor caso 2da. Ventana):

$P_{\text{pot}} = \text{Atenuación total} + \text{Margen de seguridad (MS)} = 13.85 \text{ dB} + \text{MS} = P_{\text{TX}} - \text{SRX} \dots (1)$

Considerando los siguientes datos del fabricante:

El presupuesto calculado debe ser como mínimo igual o menor a la diferencia de la potencia que entrega el transmisor y la mínima sensibilidad del receptor. Estos valores son considerados en la hoja técnica de los transceivers del switch (Anexo 7) que se instalara en el centro de control y switch conectado en cada anillo de fibra óptica.

Entonces tenemos:

$P_{\text{TX}} - \text{SRX} = (-3 - (-22)) \text{ dBm} = (-3 + 22) \text{ dBm} = 19 \text{ dBm}$

Reemplazando en (1),

$P_{\text{TX}} - \text{SRX} = 19 \text{ dBm} = 13.85 \text{ dBm} + \text{MS}$

$\text{MS} = 19 \text{ dBm} - 13.85 \text{ dB} = 5.15 \text{ dBm}$

En conclusión, podemos apreciar que el MS obtenido es incluso superior al recomendado.

4.3.6.2 Cálculo del Ancho de Banda de la fibra óptica.

Para calcular el ancho de banda de la fibra óptica propuesta es necesario efectuar la evaluación de su dispersión debido a la distancia. El caso más crítico de dispersión que se producirá, corresponde al trayecto más largo de la comunicación, esto es la distancia entre la estación más lejana y el Centro de Control.

Considerando el trayecto más lejano durante el cálculo del peor caso evaluado para la atenuación, este fue para una distancia de 6.8 Km, distancia en la que nos basaremos para determinar el ancho de banda.

En la fibra óptica monomodo, los tipos de dispersión son principalmente:

- a) La dispersión cromática
- b) La dispersión por polarización modal

La dispersión modal que corresponde a la fibra óptica multimodo, no se aplica en este caso ya que únicamente se transmite un modo. Asimismo, la dispersión por polarización modal se torna relevante para casos de velocidades superiores a 10 Gbps, en nuestro caso no resulta relevante y la podemos considerar como despreciable ya que es del orden de los ps/Km.

La dispersión cromática tiene la siguiente ecuación que la define:

$$t_{CD} = (D_C)(\Delta\lambda)L$$

Donde D_C es el coeficiente de dispersión cromática el cual se ubica en la hoja técnica del fabricante, $\Delta\lambda$ es el ancho espectral de la fuente laser transmisora, y L es la longitud del trayecto.

Como valores típicos podemos considerar los siguientes valores:

$$D_C = -4 \text{ ps/nm-Km}$$

$$\Delta\lambda = 1 \text{ nm, y}$$

$$L = 6.8 \text{ Km}$$

$$\text{Entonces: } t_{CD} = -4 \times 1 \times 6.8 = 27.2 \times 10^{-12} \text{ s} = 27.2 \text{ ps}$$

El valor inverso de este valor, define el ancho de banda de la fibra, entonces tenemos t_{CD}

$$BL = 1/t_{CD} = 0.0367647059 \times 10^{+12} \text{ Hz}$$

$$\text{Finalmente, el ancho de banda } BL = 36.8 \text{ GHz}$$

Al respecto, la gran capacidad de ancho de banda obtenida de 36.8 GHz nos indica que a través de los enlaces de fibra óptica podemos transferir altas velocidades de transmisión superiores a 1Gbps.

4.3.6.3 Diseño de la canalización para la instalación del cable de fibra óptica.

A fin de realizar el presente estudio y diseño de la canalización se ha considerado los siguientes aspectos técnicos, tales como: definición de la ruta y trazado que seguirá la canalización, elementos de planta (cable de fibra óptica, cajas de paso y/o derivación, empalmes), y obras civiles (tipo de zanja, arquetas, registros, tubos). Es necesario indicar que el trazado y corte de la canalización subterránea discurre por terreno público (avenidas y calles) tramos de una sección definida como a nivel, con asfalto y sin relieve.

A continuación, detallaremos los trabajos a realizar para implementar la canalización que permitirá la instalación del cable de fibra óptica.

En la figura 111 en trazo color rojo tenemos la primera canalización (nro. 1) que conecta el centro de control con la estación (E6), en la figura 112 según trazo en color rojo nos muestra la segunda canalización (nro.2), que bifurca en dos recorridos uno de ellos desde la estación (E6) hasta la estación (E12) y el otro recorrido desde la estación (E6) hasta la estación (E1).

En la figura 113 nos muestra la red de canalización 1 y 2 del cable de fibra óptica.

Luego, en la figura 114 tenemos una tercera canalización (nro. 3) referente al conexionado que se realiza en cada anillo óptico que involucra a (04) estaciones para el servicio 1 (videovigilancia) o 2+3 (semaforización y recaudo). Se realizará el mismo conexionado para los (05) anillos restantes. El recorrido de la canalización nro.1 es de 1,000 metros; para la segunda y tercera canalización tenemos una longitud de 5,481 metros cada canalización, se ha considerado el recorrido de 5,800 metros para cada canalización que incluye un margen de tolerancia como reserva en las cámaras de registro/arquetas, y por las derivaciones de canalización en cada ODF de las estaciones y el centro de control. Se ha seleccionado el tipo de zanja denominada microzanja de 6 cm. de ancho y 30 cm. de profundidad para un cable de 24 fibras, utilizando microtubos o microductos para instalar en cada canalización y el correspondiente tendido del cable óptico. Se adjunta figuras 115.

Luego se utilizarán arquetas y cajas de registro a lo largo de las canalizaciones, tubos de polietileno de alta densidad, estos tubos se extenderán llegando debajo de la sala de equipos de las estaciones y sala de control, y cámaras de paso de empalme – derivaciones exteriores.

Es necesario indicar que se considera la normativa acerca del diseño y construcción de los ductos y cámaras para la instalación de cables de fibra óptica, según la Directiva N° 001- 2008-MTC/02 del 17-04-2008.

Se aplicarán algunas acciones para la instalación del cable de fibra óptica, que inicialmente son el planteamiento y replanteos seguidos del tendido, los empalmes y conexionado del cable.

Requiriendo un estudio previo en cada tramo para valorar y conocer las necesidades y requerimientos de los mismos.

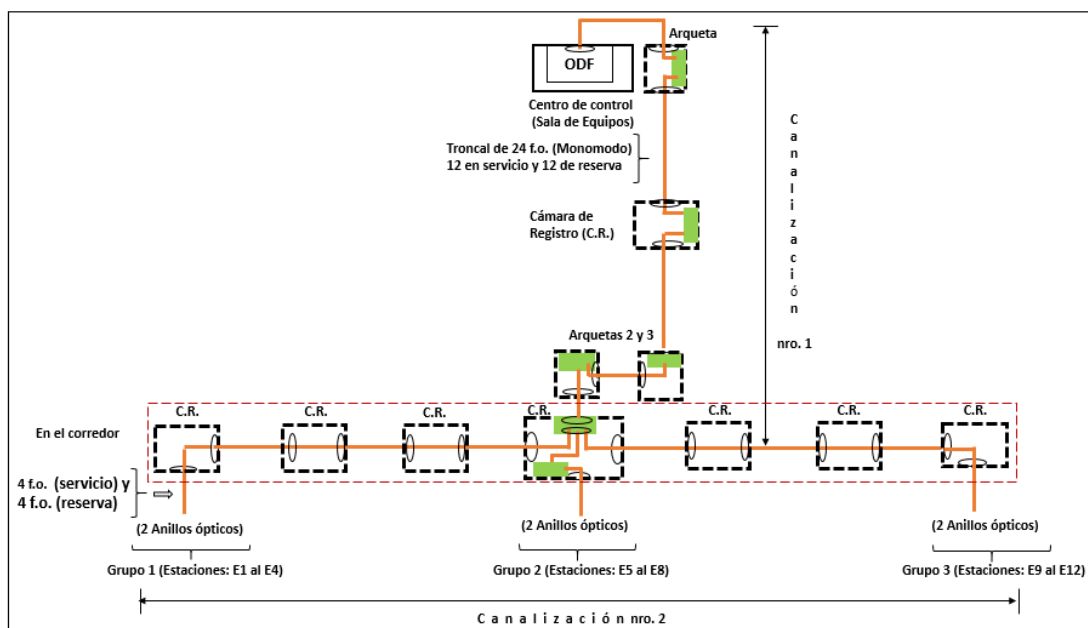


Figura 113. Red de canalización 1 y 2 del cable de fibra óptica

Fuente: Elaboración propia

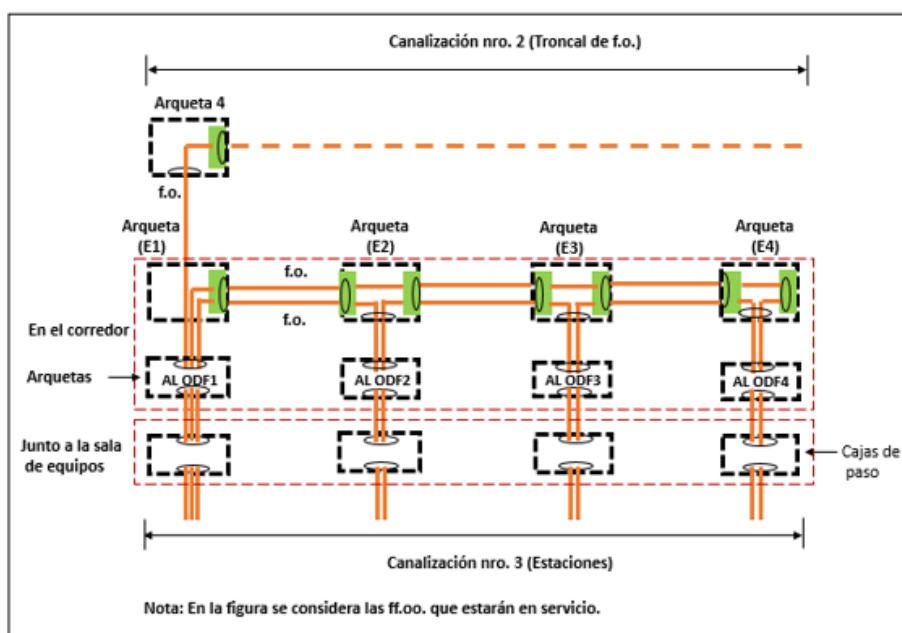


Figura 114. Red de canalización 3 y anillo de fibra óptica

Fuente: Elaboración propia



Figura 115. Canalización tipo Microzanja

Fuente: https://www.google.com/search?q=microzanja&rlz=1C1CHBF_esPE873PE873&oq=microzanja&aqs=chrome..69i57j0l7.3953j0j8&sourceid=chrome&ie=UTF-8

Además, se utilizarán 6 fibras en los 6 anillos ópticos (en grupos de 4 estaciones cada uno); para la instalación de la red de fibra óptica el resto de las fibras (18) se ha considerado como reserva, por anillo necesarios para atender contingencia ante fallos, expansión de la red, dando un total de 24 fibras ópticas.



Figura 116. Estructura del cable ADSS

Fuente: <https://repositorio.uptc.edu.co/bitstream/001/1717/1/TGT-401.pdf>

Cabe precisar que, los empalmes a realizar en cada caja de registro o arqueta está sujeto a la identificación de las fibras mediante el código de colores y de la asignación o señalización de los pares. Los cables de acometida de fibra terminarán en la sala de equipos del centro de control y en cada estación, procediendo a los empalmes y conectorización de las fibras en las respectivas bandejas ópticas (ODF) para establecer los enlaces ópticos. Se debe realizar pruebas de preinstalación que son mediciones realizadas con el reflectómetro óptico (OTDR) para verificar las características del cable y comprobar si hay daños de envío.

Una vez que se hayan instalado las fibras, se procede a efectuar las pruebas de post-instalación que consisten en mediciones reflectométricas (OTDR) bidireccionales de extremo a extremo, para evaluar la continuidad de la fibra, medir pérdidas por empalme, pérdida por inserción de conectores, etc.

4.3.6.4 Conectividad de nodos en los anillos y nodos de comunicación.

1. Conectividad de nodos en los anillos.

Se denominan nodos a los centros de distribución de red. Estos se ubican en los cuartos de comunicaciones de las estaciones de pasajeros. Cada nodo está conformado por uno o dos gabinetes de comunicaciones, donde se alojan elementos de red. Tenemos (06) anillos de fibra óptica, de los cuales (03) anillos corresponden al servicio de comunicaciones (recaudo y semaforización) y los (03) anillos restantes corresponden al servicio de videovigilancia. Se adjunta la figura 118, donde se muestra la topología de red.

La conectividad la brindan los equipos denominados conmutadores (switches) que, para la solución propuesta, tenemos la siguiente conectividad y distribución de los equipos:

- a. En cada anillo de fibra óptica correspondiente al servicio de comunicaciones (recaudo y semaforización), tenemos cuatro switches interconectados entre ellos (tipo anillo) mediante puertos GbE SFP, de los cuales tres switches (SW2) capa 2 tienen puertos UTP Ethernet que conectan a las máquinas automáticas de venta/recarga, validadores de recaudo y controladores de temporización de los semáforos. El cuarto switch (SW3) de capa 2/3 tiene puertos UTP Ethernet que conectan las máquinas automáticas de venta/recarga, validadores de recaudo y controladores de temporización de los semáforos, y puertos GbE SFP para la conectividad con el switch (SW3) de capa 2/3 instalado en el centro de control y monitoreo (CCM) y con los switches SW2 del anillo.

- b. Referente al anillo de fibra óptica correspondiente al servicio de videovigilancia, también tenemos cuatro switches interconectados (tipo anillo) entre ellos mediante puertos GbE SFP, de los cuales tres switches (SW2) capa 2 tienen puertos que conectan a las cámaras de videovigilancia. El cuarto switch (SW3) de capa 2/3 tiene puertos UTP Ethernet que conectan las cámaras de videovigilancia, y puertos GbE SFP para la conectividad con el switch (SW3) de capa 2/3 instalado en el centro de control y monitoreo (CCM) y con los switches SW2 del anillo.

De ser necesario escalabilidad en los nodos se instalarán switches SW2 y SW3 que permitirán habilitar más terminales.

La solución de conectividad propuesta está integrada bajo la misma plataforma, lo que garantiza su confiabilidad. Los conmutadores a elegir serán para uso industrial por lo que deben estar preparados para condiciones de operación de temperatura y para condiciones de intemperie (humedad, polvo, contaminación ambiental).

En la plataforma del Centro de Control y Monitoreo (CCM), se tiene un switch (SW3) de capa 2/3, puertos SFP y UTP Ethernet con velocidades 10/100/1000 Mbps hasta 1 Gbps. al que se conectarán los enlaces de fibra óptica que provienen de los 6 anillos (3 de comunicaciones y 3 de videovigilancia), y puertos GbE o UTP SFP Ethernet hacia los servidores especializados para la gestión del: i) servicio de video vigilancia, ii) servicio de semaforización, iii) servicio de recaudo y iv) red de datos.

2. Nodos de comunicaciones.

En las (12) estaciones del corredor vial y en el centro de control se instalarán nodos de comunicaciones que se compone de los siguientes elementos:

2.1 Sistema de comunicaciones.

Se seleccionarán gabinetes que se instalarán en las estaciones del Corredor Vial, con un diseño que permitirá tener un adecuado ordenamiento del equipamiento y los elementos

donde se conectarán los cables para los servicios. Se considera el ordenamiento para los 3 casos típicos: a) Comunicación del anillo hacia el Centro de Control y Monitoreo (CCM) esto es del Switch (SW3) de capa 2/3 - CCM, b) Comunicación al interior del anillo, es decir, del Switch (SW2) de capa 2 – Switch (SW3) capa 2/3, comunicación del Switch (SW2) de capa 2 – Switch (SW2) de capa 2, c) Comunicación hacia los equipos terminales como son Switch capa 2/3 (SW3) – equipo terminal, y Switch (SW2) de capa 2 - equipo terminal. También en la sala de equipos del centro de control y monitoreo (CCM) de las redes en sus gabinetes irán alojados los (04) servidores, el switch central.

En la siguiente figura (nro. 117) se aprecia la acometida del cable de fibra óptica que termina en el gabinete del Cuarto de Comunicaciones y Energía de la estación de pasajeros.

Se aprecia también los cables UTP para conectar los equipos terminales (cámaras de videovigilancia, controladores y de recaudo), que pueden ser cables hasta una distancia máxima 90 m y de ser necesario distancias superiores se utilizan cables de fibra óptica multimodo (MMF), instalando equipo convertidor de señales ópticas/eléctrica.

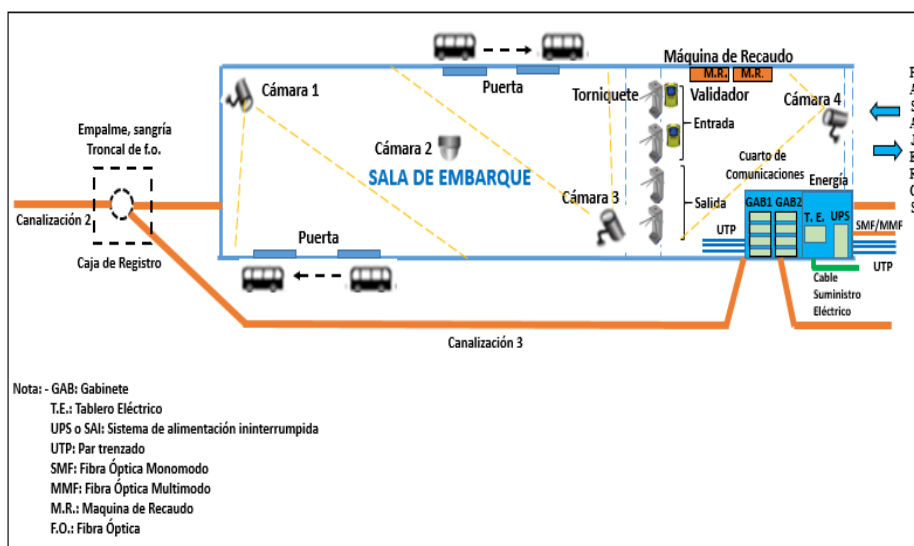


Figura 117. Estación de pasajeros y distribución de equipos y cableado

Fuente: Elaboración propia

El segundo aspecto no menos importante, está relacionado a la selección de los elementos que conforman la parte pasiva, es decir, la selección de un gabinete adecuado (que

contenga elementos para una ventilación adecuada y el espacio suficiente para los equipos, de manera que se facilite las labores de mantenimiento), la elección de los elementos necesarios para el adecuado ordenamiento de los cables (ordenadores de cables), una flexible administración de las conexiones (patch panel de fibra óptica y cobre, patch cord) y una adecuada señalética para la identificación del cableado de los servicios de comunicaciones y videovigilancia.

Los equipos elegidos deberán ser de última tecnología, por lo que seguirán vigentes hasta que el fabricante declare su obsolescencia o se produzca un cambio tecnológico importante.

2.2 Sistema de alimentación ininterrumpida (SAI).

Los sistemas de alimentación ininterrumpida SAI (o UPS) garantizan el funcionamiento de los equipamientos instalados en los nodos de comunicaciones, ante una interrupción del suministro eléctrico; es importante su instalación en todos los nodos. El suministro de alimentación al equipo SAI será desde la acometida eléctrica general, pasando a modo de alimentación local cuando se produzca la interrupción del suministro eléctrico o a modo bypass cuando se produzca un fallo en el equipo SAI. Las especificaciones técnicas generales de los equipos SAI son:

- Tecnología “Off line – Interactivo”
- Rango de voltaje: 120-290 VAC
- Regulación de las fluctuaciones de la RED, con salida de onda senoidal pura y estable.
- Conexión al sistema puesta a tierra menor a 5 ohmios.
- Opcional, de extensión de baterías y gestión inteligente de las mismas.
- Pantalla Display LCD de serie, con los siguientes indicadores mínimos: Tensión de entrada de red o Tensión de salida, Tensión de operatividad: normal, apagado,

sobrecarga), modo de operación normal o en “Bypass”, estado de carga individualizado de las baterías.

2.3 Sistema de climatización y auxiliares.

En la sala de equipos de los nodos de comunicación y del centro de control están presentes elementos tales como: equipos de aire acondicionado, ventiladores, paneles de conexiones de red de cableado de fibra óptica y de UTP, tomas eléctricas, sensores contra incendio y detectores de humo. Se recomienda que la sala presente un sistema de climatización entre 18°C a 19°C y que la sala de equipos del centro de control tenga falso piso y falso techo, por lo que deberá contar con inyectores y extractores de aire, de tal forma que en cada bastidor se mantenga un enfriamiento adecuado a los equipos. También la sala deberá contar con sistemas de prevención y acciones correctivas ante siniestros.

4.3.6.5 Topología, direccionamiento y conectividad de la red de datos.

4.3.6.5.1 Topología de la red.

La topología seleccionada de la red de fibra óptica se basa en anillos bajo el estándar G.8032. En las redes Ethernet, la probabilidad de que ocurran fallas está presente. Para la aplicación actual, que requiere un alto grado de disponibilidad de operatividad de la red busca tener al menos una ruta alterna para que el flujo de tráfico de las comunicaciones no se interrumpa. El tener un camino adicional, constituye una topología de anillo.

Referente a la utilización de la topología seleccionada en anillo, debo mencionar como antecedente que la Red Dorsal Nacional de Fibra Optica (RDNFO) en Perú dispone de 5 anillos de fibra óptica Core con nodos interconectados con interfaces de 100 Gbps. Según informe nro. 0146-2018-MTC/26 de la Dirección General de Regulación y Asuntos Internacionales de Comunicaciones del M.T.C.

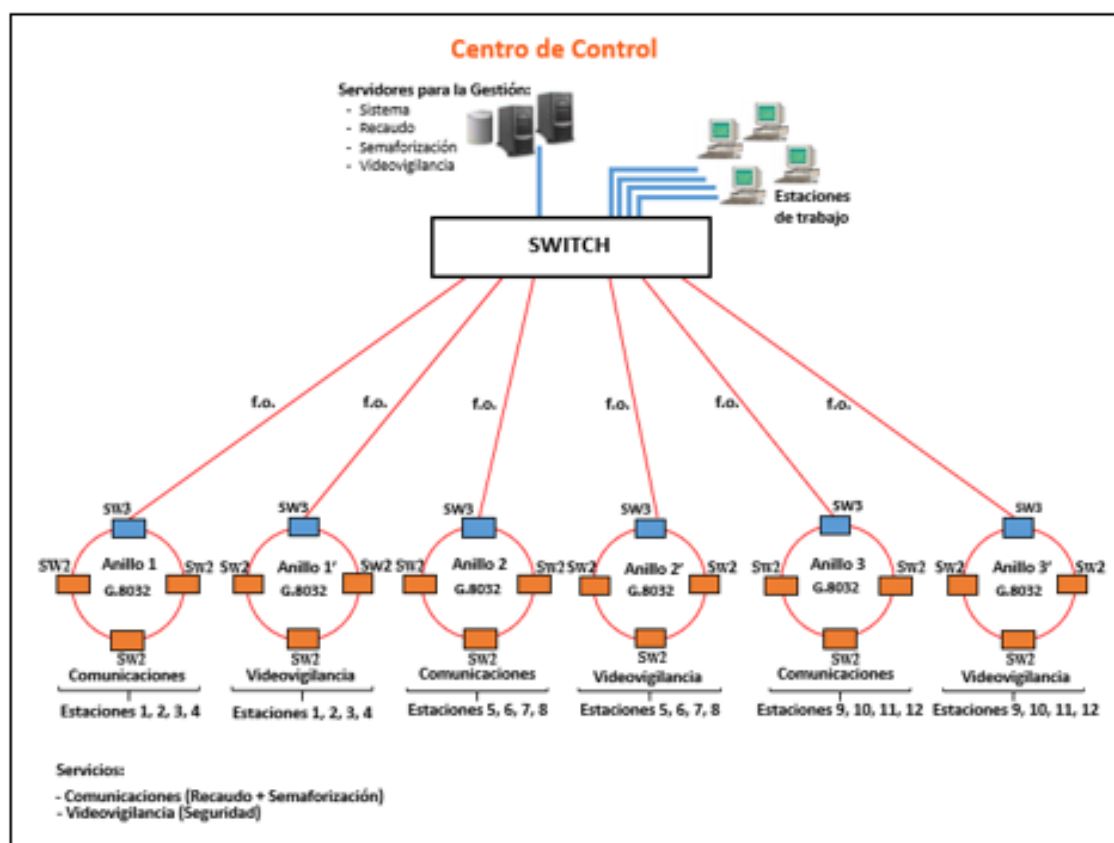


Figura 118. Topología de la red de la plataforma de comunicaciones

Fuente: Elaboración propia

El siguiente diagrama (Figura 118), muestra la topología de la infraestructura de la red en agrupamientos de anillos y cada anillo está diferenciado de acuerdo a la naturaleza del servicio; es decir, el primer grupo de anillos de comunicaciones están especializados para la transmisión de datos que permiten el control de la temporización de semáforos y para el control de las máquinas de recaudo, y el segundo grupo de anillos especializados para la transmisión de datos provenientes de las imágenes capturadas por cámaras de videovigilancia, situadas en las estaciones del corredor de autobuses y sus intersecciones viales.

Para la comunicación desde los anillos hasta el Centro de Control y Gestión de la red, se tienen enlaces de fibra óptica a la velocidad de 1 Gbps. Se utilizan hilos de fibra monomodo desde cada anillo siendo la comunicación dúplex.

Para la comunicación entre los equipos de cada anillo, también se utilizan hilos de fibra óptica, a la velocidad de 1 Gbps, siendo la comunicación dúplex.

4.3.6.5.2 Direccionamiento y pruebas de simulación de conectividad de la red.

1. Estructura lógica de la red.

En la figura 119 se muestra la estructura lógica de dos anillos ópticos con el esquema de las VLANs y enlaces de la troncal de fibra óptica con el switch de control y gestión. El resto de los grupos de anillos ópticos se basa en la misma estructura lógica.

En el esquema se ilustra que tenemos dos anillos ópticos, el primer anillo óptico (1) está asignado al servicio de videovigilancia compuesto por switches que conectan las cámaras de videovigilancia mediante la VLAN30 y el segundo anillo está asignado al servicio de comunicaciones cuyos switches conectan los controladores de semaforización mediante la VLAN20 y los equipos del sistema de recaudo (validador y máquinas de venta/recarga) mediante la VLAN10, donde cada switch gestionara a través de la VLAN correspondiente a cada servicio.

Uno de los switch (SW3) de cada anillo se conectará a través de la troncal de F.O. (a la velocidad de 1 Gbps) con el switch principal instalado en el Centro de control y gestión, estableciéndose una comunicación punto a punto entre dos dispositivos de red, que a su vez transportan más de una VLAN, cuyos switch se encuentran ubicados en diferentes estaciones.

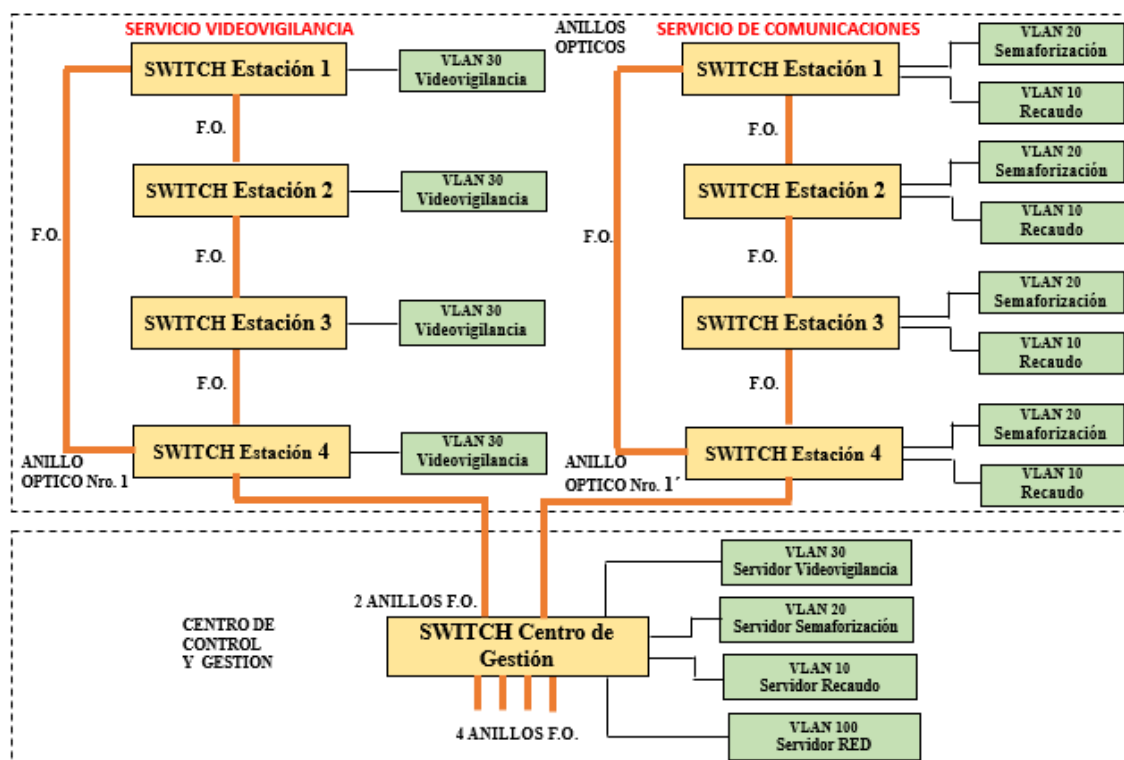


Figura 119. Esquema VLANs y troncales de Fibra Óptica

Fuente: Elaboración propia

2. Direccionamiento de la red.

En la figura 120 se muestra el esquema de la red considerando el direccionamiento de los switches involucrados en el primer grupo de dos anillos ópticos.

En la tabla 13, se muestra la asignación de las VLANs (10, 20, 30 y 100), las direcciones IPs de las redes de: Recaudo, Semaforización, Videovigilancia, y de la RED de datos, respectivamente y la distribución del número de terminales por cada anillo.

Cabe señalar que se trabaja con el direccionamiento de red IP clase B, debido a la gran cantidad de direcciones asignadas, tales como: dispositivos terminales (205), conmutadores (25) y servidores/estaciones de trabajo (13), y considerando una previsión de expansión futura de la red (escalable) hacia las zonas este y oeste de la ciudad de Chiclayo, donde se incrementarían las estaciones y por consiguiente el número de terminales. Además, para la interconexión con cada servidor se han realizado pruebas de conectividad con el simulador Cisco Packet Tracer utilizando en el switch central el modelo cisco 3650-24PS y

el resto de los switches de la red el modelo cisco 2960-24TT. Considerando que el simulador cisco no soporta el protocolo G.8032, para fines solamente de pruebas se ha utilizado el protocolo STP en cada anillo.

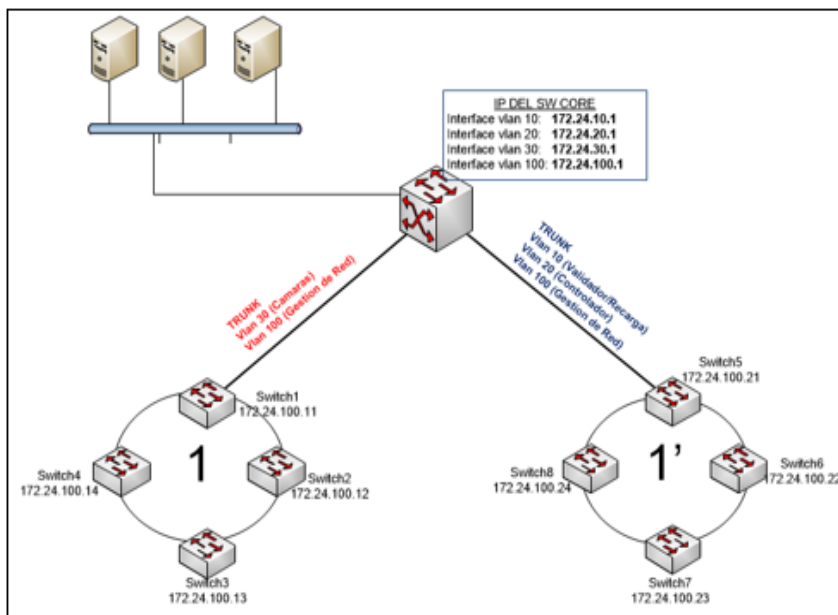


Figura 120. Direccionamiento de los conmutadores de dos anillos ópticos

Fuente: Elaboración propia

Tabla 13. Direccionamiento IP de la red de datos por servicio

Direccionamiento de la RED

Servicio	VLAN	RED	Anillo 1	Anillo 2	Anillo 3	Anillo 4	Anillo 5	Anillo 6	Core	TOTAL
Servicio 1 - Camaras	30	172.24.30.0/24	32	0	32	0	32	0		96
Servicio 2 - Controlador (Semaforos)	20	172.24.20.0/24	0	12	0	12	0	12		36
Servicio 3 - Validador	10	172.24.10.0/24	0	8	0	8	0	8		24
Servicio 3 - Maq. Venta/Recarga	10	172.24.10.0/24	0	8	0	8	0	8		24
Servidor Gestion de RED	100	172.24.100.0/24	4	4	4	4	4	4	1	25

Fuente: Elaboración propia

3. Pruebas de conectividad de las redes.

Se tiene como propósito dar conectividad a los siguientes servicios:

- Videovigilancia
- Controlador (semáforos) y sensor
- Máquina de venta - recarga y Validador
- Gestión de red de transmisión de datos

Para lo cual se ha propuesto una topología tipo estrella - anillo para que el tráfico generado tenga redundancia, estará organizado mediante 6 anillos que se interconectan a un switch central.

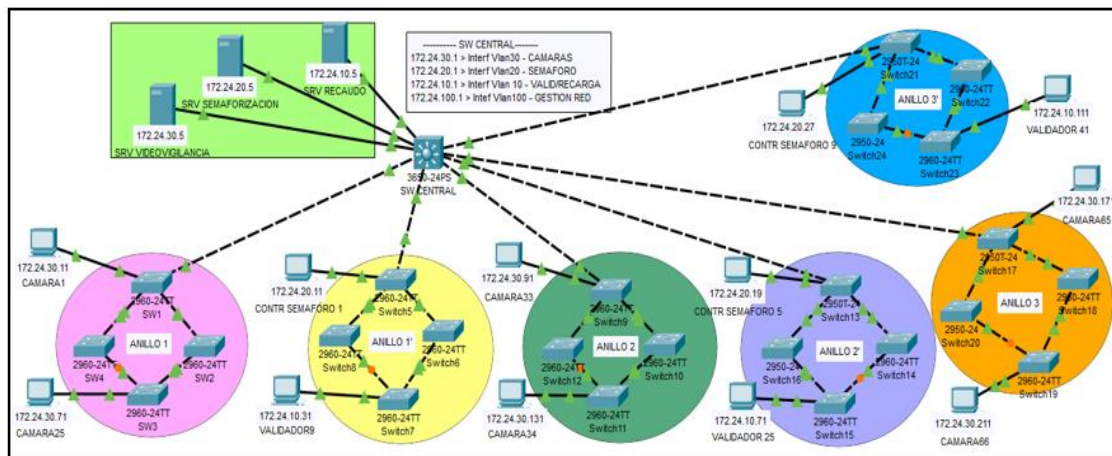


Figura 121. Topología de la red con el direccionamiento

Fuente: Elaboración propia

Como serán (04) servicios utilizaremos (04) VLANs, además se requiere que cada equipo no sea capaz de acceder a otro que pertenezca a un servicio diferente, es decir, el switch central no realizará ruteo InterVLAN, cada servicio operará de forma independiente y no tendrá manera de comunicarse con otro.

Además, se cuenta con (04) servidores que tendrán la función de gestionar y monitorear la actividad de los diversos dispositivos conectados a los anillos, por lo que estos servidores deben tener acceso total a todos los dispositivos de la misma VLAN. Se adjunta la topología de la red (Figura 121) con el direccionamiento de los servidores, conmutadores y dispositivos.

4. Pruebas de simulación de conectividad.

Referente a la topología mostrada en la figura 121, a continuación, se muestran las pruebas de conectividad realizadas desde cada servidor hacia los dispositivos instalados en los anillos.

Conectividad desde el Servidor de Videovigilancia (172.24.30.5) hacia la Cámara 25 (IP 172.24.30.71). Mediante el protocolo ICMP se verifica que se tiene conectividad con tiempos de respuesta aceptable. En la figura 122 se adjunta resultado de la prueba.

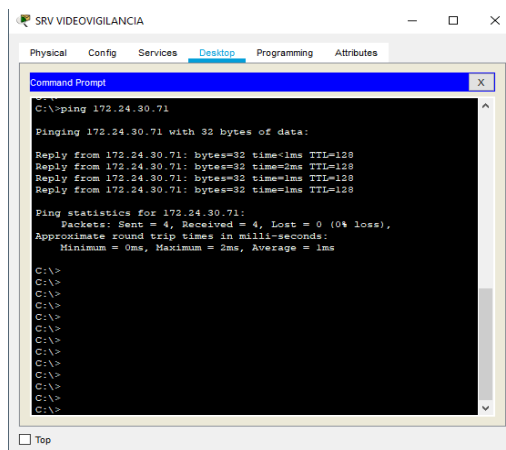


Figura 122. Simulación de prueba de conectividad - Videovigilancia

Fuente: Elaboración propia

Conectividad desde el Servidor Controlador de Semáforos (172.24.20.5) hacia el controlador de semaforización 1 (IP 172.24.20.11). Mediante el protocolo ICMP se verifica que se tiene conectividad con tiempos de respuesta aceptable. En la figura 123 se adjunta resultado de la prueba.

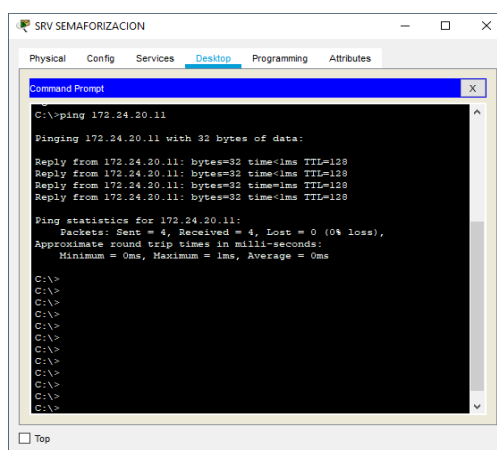


Figura 123. Simulación de prueba de conectividad - Semaforización

Fuente: Elaboración propia

Conectividad desde el Servidor de Recaudo (172.24.10.5) hacia el validador 25 (IP 172.24.10.71). Mediante el protocolo ICMP se verifica que se tiene conectividad con tiempos de respuesta aceptable. En la figura 124 se adjunta resultado de la prueba.

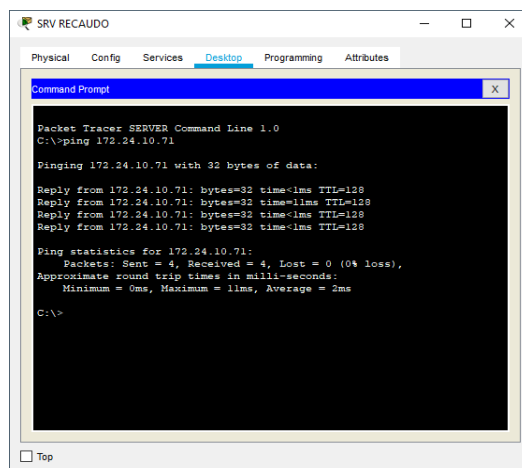


Figura 124. Simulación de prueba de conectividad - Recaudo

Fuente. Elaboración propia

Conectividad desde el Servidor de Gestión de red (172.24.100.5) hacia el switch 1 (IP 172.24.100.11). Mediante el protocolo ICMP se verifica que se tiene conectividad con tiempos de respuesta aceptable. En la figura 125 se adjunta resultado de la prueba.

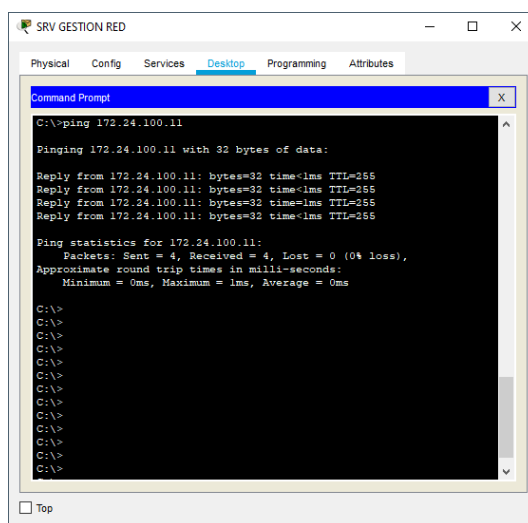


Figura 125. Simulación de prueba de conectividad - Gestión de Red

Fuente: Elaboración propia

5. Configuración.

Configuración de Switches de Cabecera de Anillos.

La configuración de los switches de cabecera de los anillos es esencialmente la misma, solo cambia la IP y el hostname los cuales están resaltados con letras con negrita. Son estos switches los que se interconectan con el Switch Central de forma directa y los desempeñarán el rol de Root Bridge dentro de la configuración del STP.

En el anexo 9.a se adjunta la configuración de anillos. Luego de ejecutar la configuración básica solo resta asignar los puertos correspondientes a las respectivas VLANs de acuerdo a la siguiente tabla 14.

Tabla 14.

VLANs por cada servicio

Vlan	Servicio	Segmento de red
30	Camaras	172.24.30.x
20	Semaforizacion	172.24.20.x
10	Validador/Recarga	172.24.10.x
100	Gestion de red	172.24.100.x

Fuente: Elaboración propia

Como ejemplo de configuración, diremos que se va a conectar una cámara en el puerto F0/1, para este servicio corresponde utilizar la VLAN 30, esto se logra con las siguientes 2 líneas de configuración.

```
interface FastEthernet0/1
switchport access vlan 30
switchport mode access
```

Configuración de Switch Central.

En el anexo 9.b se adjunta la configuración y el CLI (interfaz de línea de comandos) del switch central y de los switches de cabecera 1 y 5 de los anillos 1 y 1', respectivamente.

Configuración del resto de switches del anillo.

La configuración del resto de switches también son similares, solo cambia la IP y el hostname los cuales están resaltados con letras con negrita. Dentro de la configuración STP trabajarán con la configuración de prioridad por defecto por lo cual no es necesario especificarlo en las líneas de comando del STP. En el anexo 9.c se detalla la configuración del switch.

4.3.7 Centro de control y gestión de las redes.

4.3.7.1 Descripción del sistema propuesto y de sus redes de transporte y acceso.

En la figura 118 correspondiente a la topología de red se muestra el diseño de 3 anillos por servicio. Para los servicios de videovigilancia y comunicaciones (recaudo y semaforización), se aprecia la denominación de las 12 estaciones, que van desde E01 hasta E12, con un switch en cada estación. Se ha previsto hasta cuatro switches por anillo. Para cada servicio se aprecian (03) enlaces (a 1 Gbps cada uno) cuyos switches (SW3) se interconectan al switch central del Centro de Control vía hilo de fibra óptica monomodo cada uno.

En la parte superior, se muestra el Centro de Control compuesto por un switch central, servidores para la gestión de los servicios y estaciones de trabajo. El switch central, canaliza la comunicación hacia la red.

En la parte intermedia se muestran los enlaces de fibra óptica que interconecta los equipos del Centro de Control con los terminales de comunicaciones y de videovigilancia conectados a los anillos de fibra óptica.

En la parte inferior se muestra la red de transporte, compuesta por anillos de fibra óptica, y por equipos de conectividad SW2 y SW3.

Los equipos de conectividad SW3 y SW2 ubicados en cada anillo, sirven como medio de comunicación del servidor y estaciones de trabajo del Centro de Control con los equipos terminales (máquinas de recaudo, validadores, cámaras de video, controladores semafóricos, sensores).

Consecuentemente, a través de los equipos de conectividad, todos los equipos terminales canalizan sus comunicaciones hacia el servidor y estaciones de trabajo del Centro de Control.

4.3.7.2 Redes de gestión de comunicaciones (Recaudo y Semaforización).

El subsistema de recaudo permite registrar automáticamente, controlar y gerenciar las transacciones, pagadas o gratuitas, en el transporte público de pasajeros a través del uso intensivo de equipos electrónicos, software, tarjetas inteligentes y procedimientos operacionales, propiciando un proceso seguro, confiable y eficiente, con miras a controlar el recaudo y ofrecer un mejor servicio a los clientes.

De igual manera, con el subsistema de semaforización, permitirá regular el tráfico vehicular utilizando semáforos inteligentes (ITS) y sensores para controlar el tráfico en aquellas intersecciones de las calles donde se encuentra ubicada la estación de pasajeros.

En la siguiente figura 126, se muestra como ejemplo uno de los 3 anillos, la disposición del anillo 1 de la red de transporte basado en fibra óptica para atender las comunicaciones de hasta 4 estaciones de pasajeros.

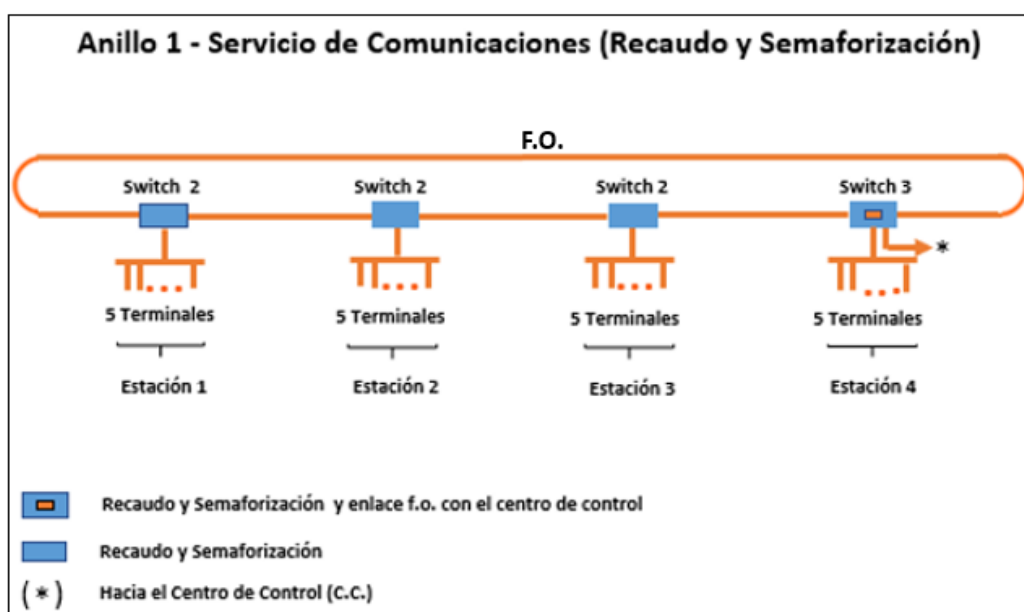


Figura 126. Red del anillo óptico del servicio de comunicaciones

Fuente: Elaboración propia

En este anillo se puede apreciar la representación de los equipos de conectividad Switch 3 (SW3) para la comunicación con el Centro de Control, y con los otros equipos de conectividad Switch 2 (SW2). Asimismo, se puede apreciar que los equipos Switch 2 y 3

pueden permitir el acceso de equipos terminales de recaudo de dinero y acceso de pasajeros, y para el control de la temporización de semáforos. Para el primer caso los equipos de conectividad (SW2 y SW3) atenderán hasta (04) terminales de recaudo y en el segundo caso para el control de la temporización atenderá (01) controlador semafórico que interactuará con (04) semáforos y con los (02) detectores de video (cámara - sensor).

La red de comunicaciones propuesta brindará las funciones de: a) recaudo de dinero, b) acceso de usuarios al servicio de transporte, y c) control de la temporización de semáforos.

- a. *Función de recaudo de dinero.* Los usuarios del sistema de buses rápido deben de contar con una tarjeta inteligente o de proximidad para acceder al servicio de transporte, para ello el usuario debe asegurarse de que cuente con el saldo suficiente utilizando una máquina automática de recarga (terminal de recaudo 1) dispuesta en las estaciones de pasajeros, para ello, inserta la tarjeta e ingresa las monedas suficientes que le permita el saldo necesario, la máquina genera la recarga de manera automática actualizando la información almacenada en la tarjeta inteligente (NFC). La información para esta actualización, se transmite desde la máquina terminal hacia la red de transporte y luego hacia el Centro de Control donde finalmente se almacena en la memoria del servidor dispuesto para este servicio. Toda esta secuencia de operaciones, es controlada por un software especializado almacenado en la memoria del servidor. Este programa, genera la respuesta hacia la máquina terminal con la información correspondiente para la actualización del saldo.
- b. *Función de acceso de usuarios al servicio de transporte.* Una vez que el saldo ha sido actualizado, el usuario está en capacidad de ingresar a la plataforma de pasajeros (sala de embarque) para hacer uso del servicio, ubicando la tarjeta en una de las máquinas validadoras-lectoras (terminal de recaudo 2) para que descargue el saldo y active el movimiento de los torniquetes para que el usuario pueda ingresar a la sala

de embarque. La máquina lectora al leer la tarjeta, transmite la información del saldo actual hacia el servidor del Centro de Control y este devuelve la información con el nuevo saldo y a su vez la orden para la acción del torniquete que permita el ingreso del usuario.

- c. *Función de control de la temporización de los semáforos.* Los controladores semafóricos se encuentran instalados en la ruta de los buses rápidos conectan a los grupos de semáforos y detectores de video instalados en cada estación, realizan el control de la temporización para los cambios de luz en el semáforo. El control de la temporización de manera eficiente, requiere de un estudio de tráfico y de un sistema de software especializado que permita que los semáforos se controlen de manera inteligente y a tiempo real, para el tráfico eficiente de los buses. Para manejar los semáforos como un sistema, la red y equipamiento de conectividad propuestos permitirán brindar el medio de transmisión que permita llevar las órdenes desde el Centro de Control hasta los equipos controladores de los semáforos para operar en la temporización de las luces de los semáforos de manera variable y sincronizada. Por este motivo, es necesario contar con un software especializado para la gestión inteligente de la sincronización de los semáforos. En la figura 127 se muestra la red de comunicaciones.

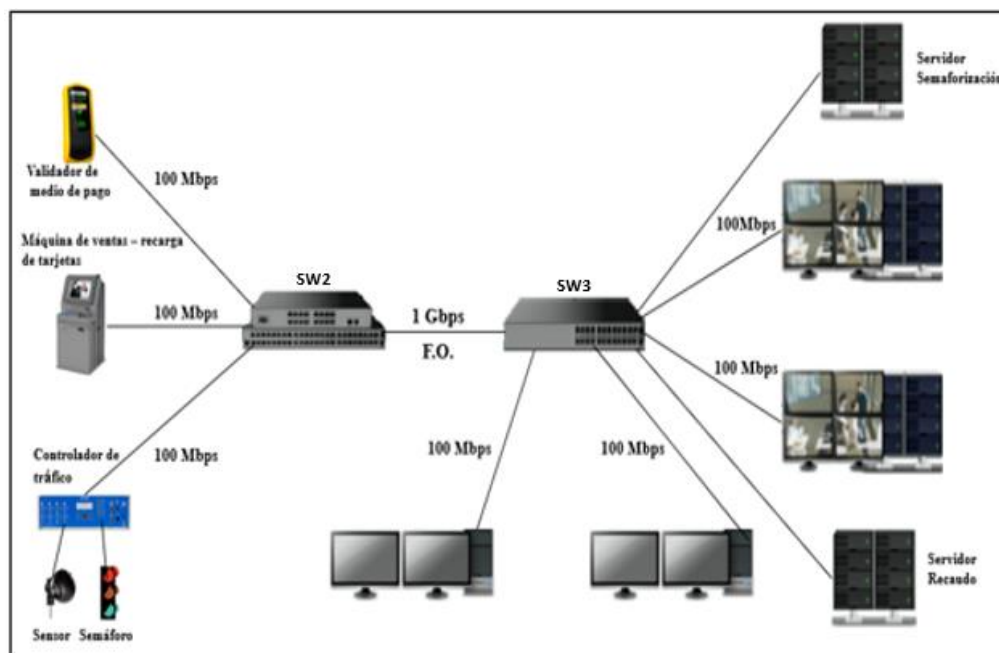


Figura 127. Sistema de la red de comunicaciones

Fuente. Elaboración propia

Respecto a la red de Recaudo tenemos un servidor que almacena el software de administración del sistema, que le permitirá grabar los datos provenientes de los validadores y máquinas de recarga – venta.

Se tiene estaciones de trabajo que interactuarán con el servidor, para gestionar y controlar los validadores y máquinas automáticas de recarga – venta.

Referente a la red de semaforización, también cuenta con un servidor que tiene almacenado el software de administración del sistema, que le permitirá grabar los datos provenientes de los controladores de tráfico. La estación de trabajo interactúa con el servidor, que permitirá la gestión y control de los equipos controladores de los semáforos y detector de video.

En la red de transmisión de datos Gestión de Red, tenemos un servidor donde aloja el software de administración del sistema, y también permitirá grabar los datos provenientes de los conmutadores instalados en los anillos y del conmutador principal. Se tiene una estación de trabajo, para la gestión y control de los conmutadores.

4.3.7.3 Red de gestión de la red de videovigilancia.

La red de video vigilancia propuesta tiene como propósitos principales, brindar el servicio de video vigilancia al interior de las estaciones que permitirá garantizar la seguridad de los pasajeros, para la localización del personal de planta dentro de las plataformas de servicio de pasajeros del Sistema de Buses Rápido de Transporte de Pasajeros, para que cumpla con las labores de administración y mantenimiento, y al exterior de las estaciones para el control y monitoreo de la densidad del tráfico de vehículos y de peatones, en las intersecciones de las calles de cada estación, permitiendo tomar acciones desde el centro de control. Las cámaras de video ubicadas en distintos puntos estratégicos dentro de cada estación permitirán monitorear el tránsito de pasajeros y capturar aquellas imágenes correspondientes a eventos que correspondan a situaciones anormales en las estaciones.

En la siguiente figura 128 se muestra como ejemplo, uno de los tres anillos basado en fibra óptica redundante para la conexión de las cámaras de videovigilancia a los equipos de conectividad.

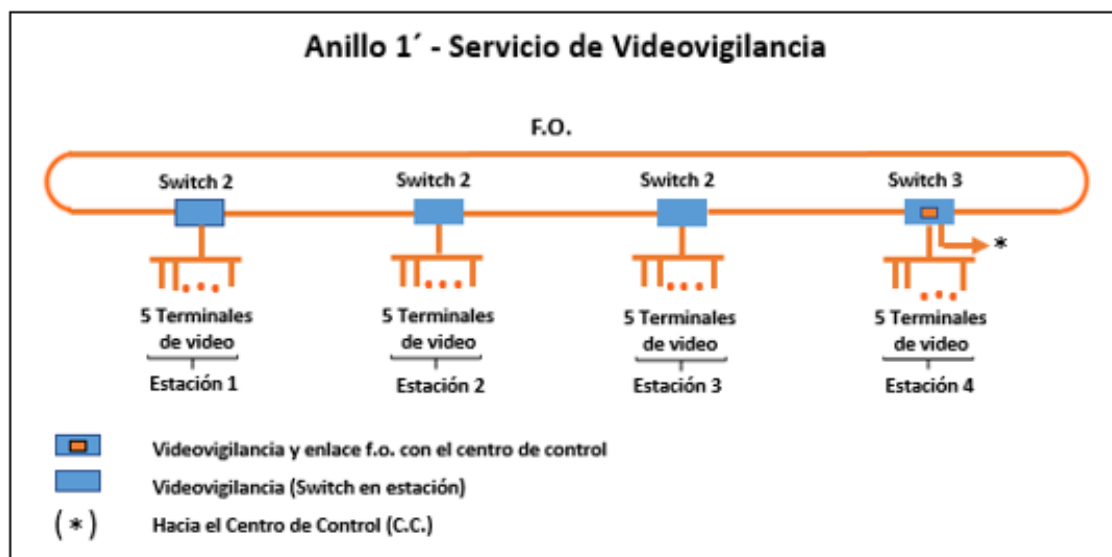


Figura 128. Red del anillo óptico del servicio de Videovigilancia

Fuente: Elaboración propia

En este anillo se puede apreciar la representación de hasta 4 equipos de conectividad, el Switch 2 (SW2) conecta a los (05) terminales de video (cámaras), el Switch 3 (SW3)

conecta a los (05) terminales de video y se comunica con el Centro de Control. Cabe indicar que, se utiliza un puerto en cada switch para conectar un terminal cámara multidireccional de 4 lentes (cámaras).

Las imágenes capturadas desde las cámaras instaladas en cada estación, serán transferidas hacia la memoria de almacenamiento del equipo servidor en el Centro de Control para poder visualizarse en una de las estaciones de trabajo.

a. Arquitectura del Sistema de Videovigilancia

Está compuesta por el siguiente equipamiento: una red de cámaras de video IP, distribuidas en las áreas internas de la estación y en el área externa cuya cámara multidireccional supervisara las intersecciones de las calles de las estaciones de Chiclayo; y por el software de gestión centralizado de dichos equipos. Se adjunta el sistema de la red videovigilancia (figura 129)

El software de gestión SSM será el encargado de la administración de todo el sistema de videovigilancia, constará de un servidor de gestión el cual albergará el módulo System Manager, y un servidor de gestión para el módulo Media Gateway para el manejo de la base de datos y actúa de pasarela para gestionar los perfiles de video o streaming, y estaciones de operación o Workstation para el módulo Consola o cliente.

La arquitectura comprende el dimensionamiento de todo el equipamiento necesario para implementar y poner en producción, el circuito de Video Vigilancia IP, la Visualización del Vídeo en vivo, la grabación del video en tiempo real; así como la reproducción del video grabado (almacenado en los dispositivos NVR).

Se debe garantizar el almacenamiento de los videos obtenidos por un periodo no menor a 15 días con una completa resolución. Así mismo, el sistema deberá contar con la suficiente capacidad de almacenamiento para grabar video, considerando la redundancia en RAID5.

Tenemos (02) servidores NVR que son grabadores de video que divide el almacenamiento de 61.4 TB (40 TB + 21 TB) de 8TB (c/u) para redundancia, donde cada uno funciona en RAID5.

Una estación de trabajo (de consola) que interactúa (a través de sus monitores de control) con el Servidor NVR y Servidor principal (con SSM) para monitorear, gestionar, configurar y visualizar la red de cámaras.

Las cámaras de vigilancia serán programadas para grabación continua en espacios públicos y se ubicarán en accesos, salas de embarque y en las intersecciones exteriores de la estación por criterios de seguridad.

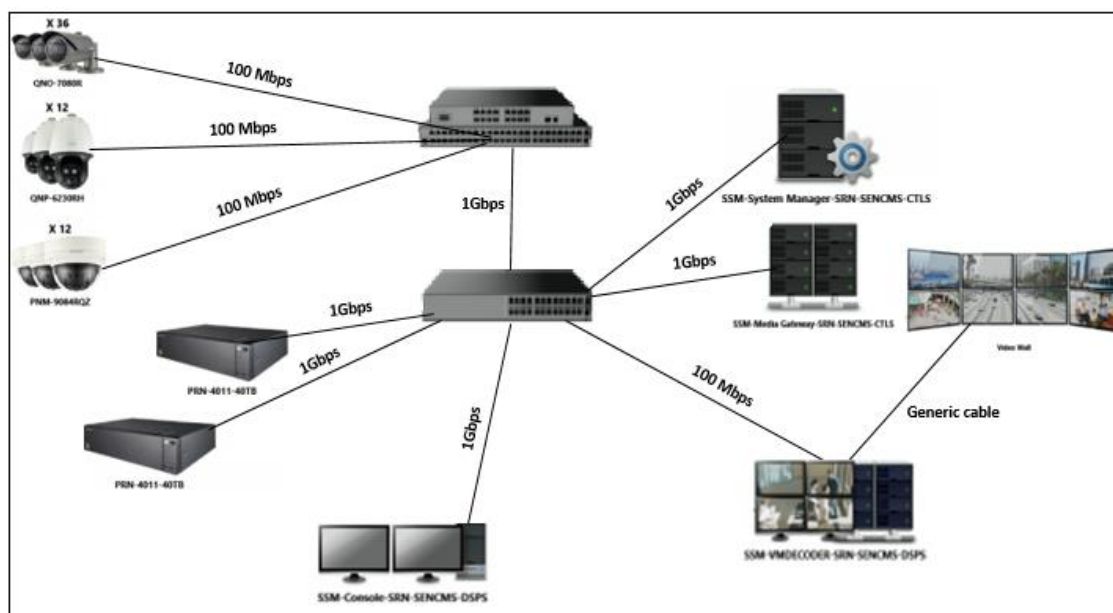


Figura 129. Sistema de la red de videovigilancia

Fuente: Elaboración propia

Se contará con un Video Wall en el Centro de control para una mejor administración de las 96 cámaras distribuidas en las 12 estaciones, con un arreglo 3x2 de monitores de 40” Led. Este será un módulo del software de gestión SSM es el SSM -VM; contará de 1 Workstation o estación de operación con el módulo VM (Virtual Matrix) Decoder, y un máximo de 4 monitores.

4.3.7.4 Direccionamiento de los servicios en el centro de gestión.

En la siguiente tabla 15 se muestra el direccionamiento de las plataformas del centro de gestión por cada servicio de videovigilancia, recaudo, semaforización y de la RED.

Las direcciones IPs de gestión para los servidores y estaciones de trabajo se usarán el rango de IPs del 2 al 10 para servidores y desde la IP .246 en adelante será para estaciones de trabajo, según detalle mostrado en dicha tabla.

Tabla 15.

Direccionamiento IPs de los servidores

IPs para Servidores				
Dispositivo	Vlan	IP	Mascara	Gateway
Servidor (Media Gateway)	30	172.24.30.4	255.255.255.0	172.24.30.1
Servidor de Videovigilancia (SSM)	30	172.24.30.5	255.255.255.0	172.24.30.1
Servidor NVR	30	172.24.30.6	255.255.255.0	172.24.30.1
Servidor NVR	30	172.24.30.7	255.255.255.0	172.24.30.1
Estacion de trabajo (para gestionar camaras)	30	172.24.30.246	255.255.255.0	172.24.30.1
Estacion de trabajo (para gestionar Video Wall)	30	172.24.30.247	255.255.255.0	172.24.30.1
Servidor de Recaudo	10	172.24.10.5	255.255.255.0	172.24.10.1
Estacion de trabajo (para gestionar Validadores)	10	172.24.10.246	255.255.255.0	172.24.10.1
Estacion de trabajo (para gestionar Maquinas Auto.)	10	172.24.10.247	255.255.255.0	172.24.10.1
Servidor de Semaforización (Controladores)	20	172.24.20.5	255.255.255.0	172.24.20.1
Estacion de trabajo (para gestionar equipos)	20	172.24.20.246	255.255.255.0	172.24.20.1
Servidor de Gestion RED de datos	100	172.24.100.5	255.255.255.0	172.24.100.1
Estacion de trabajo (para gestionar Switches)	100	172.24.100.246	255.255.255.0	172.24.100.1

Fuente: Elaboracion propia

4.3.7.5 Sala del Centro de Control (C.C.).

Se encuentra instalado el centro de gestión de los sistemas de videovigilancia, de comunicaciones (semaforización y de recaudo) y de la red de transmisión de datos, responsable de la planificación, supervisión centralizada, configuración de la red y monitoreo a tiempo real, que permite el análisis y acciones preventivas y/o correctivas de los servicios a los que accede a través de la red. Se adjunta figura 130.

Contará con personal operativo, que harán uso de los mandos centralizados por sistema, que atenderán en turnos necesarios para mantener operativos los sistemas y elementos, durante los 365 días del año.



Figura 130. Centro de Control y Gestión de las Redes

Fuente: https://www.apvigo.es/es/paginas/centro_de_control_del_puerto_de_vigo

Dicho personal utilizando los softwares maestros tendrán acceso y controlar en tiempo real los dispositivos y programas de las redes.

1. Aspectos técnicos generales:

a. Físicos

El centro de control, deberá estar integrado por los siguientes elementos:

- Una sala climatizada de computo (o Datacenter) que alojara los equipos de Telecomunicaciones.
- Sala de control de los operadores con acondicionamiento de aire y de calefacción.
- Sistema de energía
- Controles de acceso
- Sala de reunión
- Servicios Higiénicos

b. Software

Los operadores del centro de control (C.C.) utilizarán los programas de cada subsistema para tener acceso, monitorear y controlar en tiempo real todos los dispositivos de la red.

El software de cada servicio se encarga de administrar cada uno de los equipos bajo sus programas originales, de manera transparente para los operadores del centro de control.

Los equipos deben entregarse con la última versión de software disponible al momento de la entrega, se deben realizar los updates y upgrade durante un año.

c. Soporte de los equipos

Se debe garantizar repuestos y soporte por un periodo no menor 5 años, la información de los equipos será actualizada cada 6 meses. Todos los equipos deben contar con un contrato de soporte SLA (Acuerdo de Nivel de Servicio) que debe incluir como mínimo lo siguiente:

- Actualizaciones y mejoras al software del sistema operativo.
- Disponibilidad de los repuestos por parte de la contratista para el reemplazo de hardware, 7 días de la semana.
- En caso de falla del equipo activo, deberá ser atendida y solucionada en un lapso de tiempo menor a 2 horas o según descrito en el contrato SLA, contadas a partir de reporte de falla.
- Lo anterior no deberá generar costos adicionales.

d. Instalaciones

- La ubicación del centro de control responderá de acuerdo a la necesidad del sistema.
- Todos los dispositivos de la red estarán conectados en tiempo real al centro de control y gestión a través de los subsistemas de la red.

- Las salas del centro de control estarán diseñadas en función del incremento de dispositivos y/o de personal operativo.

e. Sala de Equipos o Datacenter

En la sala de equipos estarán instalados los servidores, gabinetes de comunicación que aloja conmutadores, servidores, distribuidores de fibra óptica (identificados) ODF, distribuidores de cableado (identificados) UTP, distribuidor de energía, etc. Se debe prever lugar suficiente para los futuros crecimientos.

También estará instalado el sistema de alimentación ininterrumpida (UPS), sistema de aire acondicionado, sistemas de seguridad tales como: cámara de videovigilancia, detección de incendio/humo, extinguidores, y de ser necesario sistemas de respaldo como grupo electrógeno, etc.

La sala debe tener una buena climatización (18 a 19 °C) para garantizar el normal funcionamiento de los equipos. Al respecto, se recomienda que la sala debe contar con un falso techo y un falso piso, que permitirá una extracción de aire caliente y una inyección de aire frío, respectivamente; además el falso piso facilitara el cableado.

Los accesos a las canalizaciones de las salas de telecomunicaciones deben estar selladas con materiales anti fuego adecuados. Los requerimientos en los sistemas de cableado en la sala de equipos se especifican en los estándares ANSI/TIA/EIA-568-A y ANSI/TIA/EIA-569.

f. Sistema de energia

Las recomendaciones tecnicas estan referidos al centro de control, sala de equipos o data center y en las salas de equipos de comunicaciones de las (12) estaciones a instalarse en un ulterior corredor de Chiclayo.

- Garantizar el suministro de energía eléctrica en sus condiciones de máximos consumos (o carga), teniendo en cuenta los parámetros de consumo requeridos por los equipos.
- Se debe dimensionar adecuadamente el cableado eléctrico, requerimientos de los interruptores de seguridad y seleccionando la fuente de energía adecuada que utilizara cada subsistema en el centro de control y en las doce (12) estaciones.
- La energía de baja tensión monofásica con valor nominal de 220 VAC, 60 Hz (+/- 1 HZ) será derivada desde la ubicación de cada estación, que será entregada al sistema de energía ininterrumpible (UPS) que garantiza en caso de interrupciones de la energía comercial. La salida del UPS alimenta a cada dispositivo cuya entrada de energía realiza la conversión AC/DC.
- Es importante que en cada fuente de alimentación VAC tengamos como sistema de protección, el sistema de tierra (menor a 5 ohmios) consiste de uno o más varillas dispuestas a tierra, de ser necesario el uso de pararrayos (con conductores a tierra) se requiere para la instalación de dispositivos en altura mayor, tales como las cámaras.
- Utilizar los supresores de picos como protección desviando los eventos transitorios a tierra.

Capítulo V. Propuesta de Solución

5.1 Propósito

Que sirva de modelo de red en el diseño de plataformas de comunicaciones de las redes de servicios de: videovigilancia, recaudo, semaforización y de transmisión de datos, aplicado a los sistemas de transporte terrestre de bus rápido masivos.

5.2 Actividades

- Estudio y análisis de requerimientos técnicos para el desarrollo del proyecto.
- Estudio, trabajo en campo y recopilación de la información referente al proyecto.
- Modelamiento del proyecto.
- Identificar los requerimientos técnicos del proyecto.
- Infraestructura de la red y visión del proyecto
- Infraestructura de la red de fibra óptica y distribución de las estaciones
- Visión del proyecto desde la perspectiva de las redes Fibra Óptica y MAN
- Diseño de la infraestructura de comunicación de las redes
- Especificaciones técnicas de las redes de fibra óptica.
- Especificaciones técnicas de la red de transmisión de datos
- Especificaciones técnicas de las redes de los servicios Videovigilancia, Recaudo y Semaforización.
- Interconexión de las redes de la plataforma del sistema de comunicaciones
- Conectividad de nodos en los anillos y del centro de control y gestión
- Topología y direccionamiento de la red, y pruebas de simulación de conectividad
- Centro de gestión de las redes

5.3 Cronograma de Ejecución

En la tabla 16 se muestra el cronograma de actividades en forma mensual correspondiente al diseño de una plataforma integrada de comunicaciones para el control de sistemas de recaudo, video, seguridad y de semaforización aplicado a un ulterior corredor vial de transporte terrestre de pasajeros para la ciudad de Chiclayo.

Tabla 16.

Cronograma de ejecución

Actividades	Mes de Ejecución						
	Abril 2020	Mayo 2020	Junio 2020	Julio 2020	Ago. 2020	Set. 2020	Oct. 2020
Estudio y análisis para el diseño de la plataforma de comunicaciones							
Estudio, trabajo en campo y recopilación de la información referente al proyecto							
Modelamiento del proyecto							
Identificar los requerimientos técnicos del proyecto							
Infraestructura de la red y visión del proyecto							
Infraestructura de la red de fibra óptica y distribución de las estaciones							
Visión del proyecto desde la perspectiva de la redes Fibra Óptica y MAN							
Diseño de la infraestructura de comunicaciones de la red							
Especificaciones técnicas de la red de fibra óptica							
Especificaciones técnicas de los servicios Videovigilancia, Recaudo y Semaforico							
Especificaciones técnicas de la red de transmisión de datos							
Interconexión de las redes de la plataforma del sistema de comunicaciones							
Simulación de pruebas de conectividad de nodos en los anillos con el nodo central de comunicación de la red							
Topología y direccionamiento de la red							
Centro de gestión de las redes							

Fuente: Elaboración propia

5.4 Análisis Costo Beneficio

En los capítulos anteriores se ha estudiado y diseñado la plataforma de comunicaciones cuyos elementos se encuentran distribuidos en las 12 estaciones y en el centro de control y gestión de las redes. Esta infraestructura tecnológica está conformada por sistemas muy diversos en cuanto a los elementos, permitiendo brindar los servicios de videovigilancia, recaudo, semaforización, transmisión de datos y de la fibra óptica.

El costo de la plataforma de comunicaciones propuesto referencial es de US\$648,109.65 (se adjunta en anexo 8), y está asociada a un corredor segregado para la

utilización del servicio de transporte rápido, siendo su uso relevante en la calidad del servicio de transporte público; siendo la utilización de carácter social.

En el presente análisis evaluaremos el CAPEX como un referente importante de inversión.

La plataforma de comunicaciones está compuesta por tres grandes rubros de inversión:

- a. Costo del centro de control y gestión de las redes
- b. Costo del hardware de los sistemas de comunicaciones instalados en las (12) estaciones
- c. Costo de la red de fibra óptica

En el caso de los costos de mantenimiento OPEX, tenemos los siguientes:

- a. Mantenimiento del centro de control y gestión de las redes
- b. Mantenimiento del hardware de los sistemas de comunicaciones instalados en las (12) estaciones
- c. Mantenimiento de la red de fibra óptica

A continuación, presentamos los costos CAPEX y OPEX.

Estos costos CAPEX se muestran en la tabla 17:

Tabla 17.

Costos CAPEX

CAPEX	
Plataforma de Comunicaciones	Año 0
Hardware de los sistemas de comunicaciones en las (12) estaciones	\$309,111.74
Hardware y Software en el centro de control y gestion	\$118,920.16
Red de fibra optica	\$220,077.75
Total	\$648,109.65

Fuente: Elaboración propia

Costos Operativos OPEX.

Estos **costos** OPEX se muestran en la tabla 18:

Tabla 18.

Costos OPEX

OPEX	
Mantenimiento Plataforma de Comunicaciones	Año 0
Hardware de los sistemas de comunicaciones en las (12) estaciones	\$30,911.17
Hardware y Software en el centro de control y gestion	\$11,892.01
Red de fibra optica	\$22,007.77
Total	\$64,810.95

Fuente: Elaboración propia

En base al CAPEX y OPEX se realiza el análisis de viabilidad VAN marginal.

Se adjunta la lista de supuestos del Modelo de Viabilidad.

- El sistema del transporte no se encuentra al 100% de capacidad instalada, en tal sentido los viajes incrementales no generan costes incrementales, así como tampoco gastos adicionales de gerenciamiento.
- El Costo de Venta al Público se considera a costo total, incluyendo almacenaje, logística, costes de importación, entre otros; que asciende a un 70% del precio de venta.
- Se reduce a 12 personas la dotación personal de control de ingreso a las estaciones producto de la automatización del proceso.
- La tasa para descontar el proyecto (WACC) dato proporcionado por el área de finanzas de la municipalidad de Lambayeque.
- La cantidad de tarjetas depende del número de viajeros y no de la cantidad de viajes que realicen.

Resultado del análisis económico.

De los resultados de estas tablas tenemos VAN marginal de S/. 1,455,482 y un TIR de 21.3%. Luego el indicador Payback de 4 años, que es el periodo de retorno de inversión en el proyecto. Los resultados están indicando la viabilidad del proyecto. Se adjunta las tablas 19 y 20.

Tabla 20.

VAN Marginal, TIR y Payback

ANÁLISIS DE VIABILIDAD VAN MARGINAL											
Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Mantenimiento y Soporte en el hardware y software de las (12) Estaciones y Centro de Gestión		110,044	110,044	110,044	110,044	110,044	110,044	110,044	110,044	110,044	110,044
Mantenimiento en la Red de Fibra Óptica (F.O.)		78,348	78,348	78,348	78,348	78,348	78,348	78,348	78,348	78,348	78,348
Mantenimiento Hardware y Software Centro de Gestión		42,336	42,336	42,336	42,336	42,336	42,336	42,336	42,336	42,336	42,336
Costos Operativos y Mantenimiento		230,727	230,727	230,727	230,727	230,727	230,727	230,727	230,727	230,727	230,727
Cantidad		16,640	832	874	917	963	1,011	1,062	1,115	1,170	1,229
Costo Unitario Tarjeta	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
Costo de Ventas Tarjetas al Público		19,742	987	1,087	1,088	1,143	1,199	1,260	1,323	1,388	1,458
Depreciación		230,727	230,727	230,727	230,727	230,727	230,727	230,727	230,727	230,727	230,727
CAPEX Hardware (12) estaciones	- 1,100,438										
CAPEX Hardware y Software centro de gestión	- 423,356										
Red Fibra Óptica	- 783,477										
CAPEX DEL PROYECTO	- 2,307,270										
UTILIDAD ANTES DE IMPUESTOS		537,068	545,952	561,750	582,423	602,032	622,619	644,245	666,950	690,775	715,802
IMPUESTO A LA RENTA		- 161,120	- 163,786	- 169,125	- 174,727	- 180,610	- 186,786	- 193,274	- 200,085	- 207,232	- 214,740
DEPRECIACION		230,727	230,727	230,727	230,727	230,727	230,727	230,727	230,727	230,727	230,727
FREE CASH FLOW DEL PROYECTO	- 2,307,270	606,675	612,894	625,352	638,423	652,150	666,561	681,699	697,592	714,269	731,788
VAN FCF @ WACC	1,882,630										
Tasa de Descuento (WACC)	9.0%										
TIR	24.7%										
PAYBACK (AÑOS)	4.0										
Análisis de punto de Equilibrio	1.3%										
Repetir el incremento número de Viajes incrementales (NAV=0)											

Fuente: Elaboración propia

Conclusiones

Primera. Actualmente el servicio público de transporte terrestre en la ciudad de Chiclayo es deficiente [1 a 4] debido a la falta de regulación y control de la oferta en el transporte, afecta al tránsito, traducido en el congestionamiento de vehículos y contaminación ambiental, causado esencialmente por el exceso de vehículos de transporte de poca capacidad, por lo que se propone una plataforma de sistema integrado de comunicaciones que permitirá contribuir en la mejora del servicio vehicular.

Segunda. Las etapas aplicadas para el diseño de un sistema integrado de comunicaciones, consiste en: i) plantear una visión del proyecto desde la perspectiva de la red de FIBRA OPTICA, ii) luego aplicar una visión del proyecto desde la perspectiva de la red de datos MAN [49 a 51], iii) presentando el modelamiento del proyecto de red del Sistema Integrado de Comunicaciones.

Tercera. Mediante el análisis, estudio y selección de cada subsistema, se han determinado sistemas robustos, herméticos nivel 2/3 para la red de transmisión de datos , la plataforma de Fibra Óptica de 24 hilos ópticos (de gran ancho de banda y de altas velocidades) preparados para ser instalado en zonas adversas y con todos los sistemas de protección y redundancia, luego tenemos los sistemas de recaudo, dispositivos de videovigilancia, sensores de detector de movimiento vehicular y los controladores de tráfico, con las garantías de homologación y estandarización. Cabe indicar que se han seleccionado y desarrollado las características técnicas de cada una de las redes cuyas conectividades involucran a la red de transmisión de datos.

Cuarta. La solución propuesta que se ha considerado para el diseño de un sistema integrado de comunicaciones en las diferentes redes de los servicios, se ha basado en los siguientes aspectos técnicos: i) ancho de banda, ii) alto grado de disponibilidad,

iii) previsión frente a las condiciones de intemperie y cambios de temperatura, iv) previsión contra la obsolescencia por cambios de tecnología, v) solución integral, vi) y el soporte técnico y logístico.

Recomendaciones

Primera. Se recomienda que, en las principales ciudades de nuestro país implementar sistemas integrados de comunicaciones en los sistemas de transporte de servicio público terrestre, debido al incremento demográfico y por consiguiente vehicular, brindando a los usuarios una mejora en la calidad del servicio.

Segunda. Considerando que el diseño del sistema integrado de comunicaciones es escalable, podemos ampliar las redes con mayor número de estaciones e incorporar terminales en cada estación.

Tercera. Luego del diseño del proyecto, se recomienda evaluar durante la ejecución, fechas de pruebas de servicio tanto por el proveedor como del usuario final, únicamente como pruebas internas y de certificación. Estas pruebas deben ir acompañadas de un listado para registrar el control de los resultados y de un informe final que indique el estado de las pruebas y las medidas de acción en caso algún componente no resulte satisfactorio durante las pruebas. Finalizadas y aprobadas las pruebas, se deberá contar con una fase de marcha blanca con los usuarios finales de servicio para analizar deficiencias y mejoras; todo esto previo a su salida en producción.

Cuarta. Se recomienda implementar un sistema de app móvil, como herramienta informativa para los ciudadanos de Chiclayo en donde se puedan mostrar valores de periodicidad y frecuencia de los buses y si es posible los horarios; esto con el fin de informar a las personas y brindar un servicio de valor agregado. Esto no está planeado en este proyecto, sin embargo, puede planificarse para mejoras futuras en el servicio.

Glosario de Términos

ADPCM:	Modulación por impulsos codificados diferencial y adaptable
APS:	Conmutación automática de protección
BRT:	Autobús de tránsito rápido
CCTV:	Closed Circuit Televisión
CMOS:	Complementary Metal–Oxide–Semiconductor
DRAM:	Dynamic Random-Access Memory
DVR:	Digital Video Recorder
EMI:	Interferencia electromagnética
FOV:	Campo de visión (Field of Vision)
FTP:	File Transfer Protocol
GbE:	Gigabit Ethernet
GPS:	Sistema de Posicionamiento Global (Global Positioning System)
HDMI:	High Definition Multimedia Interface
H.264:	Códec de video de alta compresión
H.265:	Estándar de compresión de vídeo de alta eficiencia sucesor del H.264
ICMP:	Protocolo de Control de Mensajes de Internet
INEI:	Instituto Nacional de Estadística e Informática
IP:	Protocolo de internet (Internet Protocol)
ISO:	International Organization for Standardization
ITS:	Sistemas Inteligentes de Transporte
ITU:	International Telecommunication Union
LDAP:	Protocolo ligero de acceso a directorios
MAN:	Red de área metropolitana (Metropolitan Área Network)
NFC:	Comunicación de campo cercano (Near-Field Communication)

NVR:	Grabador de video de red (Network Video Recorder)
ODF:	Distribuidor de fibra óptica
ONVIF:	Open Network Video Interface
OSI:	Modelo de interconexión de sistemas abiertos
POE:	Alimentación a través de Ethernet (Power over Ethernet)
PTZ:	Es un acrónimo de Pan Tilt Zoom, característica de las cámaras
RAID:	Redundant Array of Independent Disks
RFID:	Identificación por radiofrecuencia (Radio Frequency Identification)
TI:	Tecnología de la información
TMACS:	Total Management advanced control system
UPS:	Uninterruptible Power Supply
UTP:	Cable de par trenzado sin blindaje (Unshielded Twisted Pair)
VLAN:	Red de área local virtual
VMS:	Video management system
WAN:	Wide Area Network
WDR:	Amplio rango dinámico (Wide Dynamic Range)

Bibliografía

- Aaaron, A. (2016) *Transporte publico sostenible en Lima Universidad Politecnica de Cataluña, 2016*. Disponible en:
https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/98476/JARA_TESIS_MASTER.pdf
- Asoc. Foro de Nuevas Tecnologías en el Transporte, ITS España. (2013), *Libro Blanco sobre la aplicación de la tecnología NFC en el transporte público*. [PDF].
 Disponible en: http://www.fomento.gob.es/NR/rdonlyres/5FB6174B-D0B4-4C65-B444FB966ED1F2B6/122_697/Libro_Blanco_NFC.pdf.
- Briceño, J. (2010), *Sistema de videovigilancia en un edificio publico, Fco*.
<https://core.ac.uk/reader/29402130>
- Carpio, L., Oviedo, A., Reynozo, S., y Tejada, A. (2017), *Semaforización inteligente como una alternativa de solución al problema de tránsito en la ciudad de Arequipa*.
 Disponible en: <https://repositorio.esan.edu.pe/handle/20.500.12640/1110>
- Cervero, R. Bus Rapid Transit (BRT), *Un modo eficiente y competitivo de transporte público*. Berkeley. Disponible en: <<https://escholarship.org/uc/item/4sn2f5wc>>.
- Desarrollo de la Arquitectura y Plan de Sistemas Inteligentes de Transporte (ITS) de Perú (2014), *Ministerio de Transportes y Comunicaciones*. Disponible en:
https://portal.mtc.gob.pe/estadisticas/files/estudios/Informe_6_ITS.pdf
- Dionisio del Pino, E. (2017), *Diseño e implementación de empalmería de fibra óptica de planta externa del enlace Caripa – Tarma - La Merced de la red de transmisión de fibra óptica de la empresa América Móvil*. Disponible en:
<http://173.244.209.199/handle/UPLA/1006>
- Lamego, J (2017), *Desarrollo de un sistema inteligente de control de tráfico con software de código abierto en sistemas embebidos*. Disponible en:

<https://ciateq.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1020/91/1/LamegoCastroJoseA%20MSIM%202017.pdf>

Mercado, R. (2017), *Diseño de un sistema de videovigilancia para una empresa del sector alimenticio que permita el monitoreo local y remoto de sus instalaciones*. Disponible en: <https://red.uao.edu.co/bitstream/10614/9976/1/T07643.pdf>

Moreno, C. (2015) *Desarrollo de un modelo de evaluación de ciudades basado en el concepto de ciudad inteligente*. La Ciudad como Plataforma de la Transformación Digital.: Telefónica, España. Disponible en: http://oa.upm.es/39079/1/Concepcion_Moreno_Alonso.pdf

Anexos

Anexo 1. Matriz de Consistencia

PROBLEMAS	OBJETIVOS	VARIABLES	DMENSIONES	METODOLOGÍAS
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	VARIABLE 1		
¿En que favorecera el diseño de un sistema integrado de comunicaciones para la gestión y operación del servicio público de transporte terrestre aplicado a un ulterior corredor vial en la ciudad de Chiclayo?	Diseñar un sistema integrado de comunicaciones para la gestión y operación del servicio público de transporte terrestre aplicado a un ulterior corredor vial en la ciudad de Chiclayo.			
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	Servicio público de transporte terrestre urbano en la ciudad de Chiclayo	Mejora en la calidad del servicio en el transporte de pasajeros y en el bienestar de la población	Enfoque: Cualitativo Avance: Descriptivo Diseño: Fenomenológico Población: 799,675 habitantes Muestra: 2 personas
1.- ¿Cuál es la situación actual del servicio público de transporte terrestre en la ciudad de Chiclayo?	1. Diagnosticar la situación actual del servicio público de transporte terrestre en la ciudad de Chiclayo.			
2. ¿Cuáles son las etapas técnicas para el diseño de un sistema integrado de comunicaciones para la gestión y operación del servicio público de transporte terrestre en la ciudad de Chiclayo?	2. Determinar las etapas técnicas generales para el diseño del sistema integrado de comunicaciones para la gestión y operación del servicio público de transporte terrestre en la ciudad de Chiclayo.			
3. ¿Cuáles son los aspectos técnicos para el diseño de un sistema integrado de comunicaciones para la gestión y operación del servicio público de transporte terrestre en la ciudad de Chiclayo?	3. Determinar los aspectos técnicos para el diseño de un sistema integrado de comunicaciones para la gestión y operación del servicio público de transporte terrestre en la ciudad de Chiclayo.			
4. ¿Cuáles son las diferentes redes de servicios que se consideran en el diseño de un sistema integrado de comunicaciones para la gestión y operación del servicio público de transporte terrestre en la ciudad de Chiclayo?	4.- ¿Estudiar, identificar y desarrollar las diferentes redes de servicios a ser consideradas en el diseño del sistema integrado de comunicaciones .	VARIABLE 2 Diseño de un sistema integrado de comunicaciones	Fomenta la productividad y contribuye en tener un menor impacto ambiental en la ciudad de Chiclayo.	Instrumentos: Guía de entrevista

Anexo 2. Matriz de Operacionalización de Variables

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicador	Ítem
Servicio público de transporte terrestre urbano	Conjunto de medios (infraestructura y vehículos), principios y reglas que permiten el traslado de personas por vía terrestre en el ámbito urbano o interurbano.	Será medido analizando los datos históricos, encuestas al usuario, etc. del servicio público de transporte terrestre	Mejora en la calidad del servicio en el transporte de los pasajeros y en el bienestar de la población	Corredores viales del transporte terrestre público urbano	¿Existen corredores viales en el transporte terrestre público urbano?
				Plan regulador de rutas viales del transporte terrestre público urbano	¿Será la solución integral al problema de congestión vehicular del transporte terrestre urbano, el plan regulador de rutas viales?
				Infraestructura de la red de semáforos desplegada en la ciudad de Chiclayo	¿Garantizarán un adecuado flujo vehicular del tránsito de transporte terrestre público urbano, la red de semáforos desplegada en la ciudad de Chiclayo?
Diseño de un sistema integrado de comunicaciones	Es el proceso de aplicar diferentes técnicas, procedimientos y bases científicas, con la finalidad de interconectar las diferentes redes a través del medio de transmisión de fibra óptica, cuyos terminales de red interactuarán con el centro de gestión	Los resultados serán analizados de los registros del centro de gestión y operación de los eventos grabados en el servidor de cada red.	Fomenta la productividad y contribuye en tener un menor impacto ambiental	Sistema integrado de comunicaciones controlado mediante un centro de gestión y operación de redes de los servicios	¿Con el sistema integrado de comunicaciones mejorará el servicio público de transporte urbano?
				Tecnología del sistema integrado de comunicaciones	¿Serán de tecnología avanzada los dispositivos que se utilizarán en el sistema integrado de comunicaciones?

Anexo 3. Guía de Entrevista

Objetivo: Conocer la situación del transporte público urbano y el plan regulador de rutas de transporte urbano de la Provincia de Chiclayo

Entrevistados: Señores Johnny Arias S. y Cebo Rojas, funcionarios de la Sub-Gerencia de Tránsito y Seguridad Vial de la Municipalidad provincial de Chiclayo

Fecha: 16 de diciembre de 2017

1. ¿Cuáles es la situación actual del transporte público urbano en la ciudad de Chiclayo?

2. ¿Existe en la ciudad de Chiclayo corredores viales de transporte público urbano? De ser afirmativa la respuesta indicar la ubicación.

() Si

(x) No

3. ¿Cuáles son las troncales viales que más utilizan los vehículos de transporte público?

(x) Av. José Balta

(x) Av. Francisco Bolognesi

() Av. Luis González

() Av. Augusto B. Leguía

(x) Av. Sáenz Peña

(x) Av. Juan Tomás Stack

() Av. José L. Ortiz

4. ¿Cree que un sistema de transporte de bus rápido (BRT) que utiliza corredor vial exclusivo mejorara el transporte público y propiciara un crecimiento económico a la ciudad de Chiclayo? Explique

(x) Si

() No

5. ¿El Plan Regulador de Rutas elaborado por la Municipalidad Provincial de Chiclayo es la solución integral al problema de congestión vehicular del transporte? Explique

() Si

(x) No

6. ¿La ciudad de Chiclayo tiene vías de buena capacidad, anchas y con un buen número de carriles de manera que atiendan la demanda de tráfico? De ser afirmativa, indicar la ubicación.

(x) Si

() No

7. ¿La infraestructura de la red semafórica desplegada en la ciudad y sus adecuados tiempos de ciclos y sincronización, garantizan un adecuado flujo de tránsito? Explique.

() Si

(x) No

Anexo 4. Especificaciones Técnicas del Sistema de Videovigilancia

Cámara de red IP Tipo Bala 4Mpx – Modelo de Referencia QNO – 7080R



Video:

- Sensor: 1 / 3" 4 4 MP CMOS
- Píxeles por sensor: 2720 (H) x 1536 (V) total; 2688 (H) x 1520 (V) efectivo
- Escaneo: progresivo, Iluminación mínima
- Modo de color: 0.15Lux (30IRE), Modo blanco y negro: 0Lux (LED IR encendido)

Lente:

- Distancia Focal: 2.8 ~ 12 mm (4.3x) varifocal motorizado, - Tipo de lente: DC auto iris
- Angulo de visión: H: 109,7° ~ 26.0° / V: 60,8° ~ 15.2° / D: 131.3° ~ 30.1°
- Min. Distancia del objeto: 0,5 m (1,64 pies), Control de enfoque
- Enfoque simple (motorizado V / F) / Manual, Control remoto a través de la red

Operacional:

- Longitud visible de IR: 30 m (98.43ft), Video Streams
- Ajuste día / noche: Verdadero día y noche, Amplio rango dinámico (WDR): 120dB
- Detección de movimiento Apagado / Encendido (4 zonas poligonales)

Red:

- Tipo de codificación: H.265, H.264, MJPEG
- Ethernet: Conectividad: 10/100 Base-T Ethernet a través del conector RJ-45
- Resolución: 2592 x 1520, 2560 x 1440 (16: 9), 2304 x 1296, 1920 x 1080, 1280 x 1024
- Velocidad de fotogramas máxima: H.265 y H.264: 20 fps a 4 M, 30 fps a 2 M o menos
- Protocolo TCP, IP v4 y v6, UDP, RTP, RTSP, PPPoE, ARP, QoS, DNS, ICMP, NTP, SNMP
- Seguridad: Protección con contraseña, Filtrado de direcciones IP
- Interoperabilidad: transmisiones de video compatibles con el protocolo ONVIF.

Audio:

- Dirección: uní-direccional, Audio Entrada / Salida: En línea
- Compresión: Seleccionable G.711 u-law / G.726, G.726 (ADPCM) 8 KHz, G711 8KHz

Eléctrico:

- Voltaje de entrada / corriente PoE (IEEE802.3af, Class3), 12V DC
- Consumo de energía: < 8 W (PoE), < 7 W (12V DC)

Ambiente:

- Temperatura de Operación: - 30 ° C a +55 ° C (-22° F a 131 ° F)
- Protección mecánica (antivandálica): IK10 y Protección de ingreso: IP66

Cámara de red IP Domo PTZ IR 2 Mpx Modelo de referencia QNP- 6230RH



Video:

- Dispositivo De Imagen (Sensor): 1/2.8" 2MP CMOS
- Píxeles Efectivos: 1944(H) x 1212(V)
- Min. Iluminación Color: 0.05 Lux (F1.6, 1/30sec) BW: 0 Lux (IR LED On)

Lente:

- Longitud Focal (Zoom Ratio) 4.44~102.2mm(23x) zoom, Tipo de lente DC auto iris
- Min. Distancia de Objeto, Ancho del Objeto: 1.5m (4.92ft), Tele: 2m (6.56ft)

Paneo / Inclinación / Rotación:

- Rango de paneo 360° Endless, Soporte de Azimuth
- Velocidad de Paneo Preestablecida: 400°/sec, Manual: 0.024°/sec~250°/sec
- Rango de inclinación 95° (-5°~90°)
- Velocidad de inclinación Preestablecida: 250°/sec, Manual: 0.024°/sec~250°/sec

Operacional:

- IR Longitud de visualización 100m (328.08ft), Día & Noche Auto (ICR)
- Rango Dinámico Amplio (WDR) 120dB
- Color: Grey/Green/Red/Blue/Black/White
- Rotación de Video: Flip, Mirror, PTZ preestablecida
- Audio de entrada seleccionable (mic in/line in)
- Salida de audio, salida de línea nivel máximo de salida: 1Vrms

Red:

- Ethernet RJ-45(10/100BASE-T), SFP(Optional)
- Compresión de Video H.265/H.264, MJPEG
- Resolución C1920x1080, 1280x1024, 1280x960, 1280x720, 1024x768, 800x600
- Máxima velocidad de fotogramas H.265/H.264: Max. 30fps/25fps (60Hz/50Hz)
- Streaming Unicast (10 usuarios) / Multicast
- Compresión de audio G.711 u-law /G.726 Seleccionable, G.726(ADPCM) 8KHz
- Protocolo IPv4, IPv6, TCP/IP, UDP/IP, HTTP, DHCP, SMTP, ICMP, IGMP
- Filtrado de direcciones IP, Autenticación 802.1X (EAP-TLS, EAP-LEAP)
- ONVIF Profile S/G/T. Plataforma abierta Wisenet
- Temperatura de funcionamiento: Operación: -50°C~+55°C (-58°F ~ +131°F) / menor que 90% RH. Certificación IP66, IK10

Eléctrico:

- Voltaje de entrada 24VAC, HPoE (IEEE802.3bt, Class7)
- Consumo de potencia 24VAC: Máx. 83W, HPoE: Max. 51W, typical; 30W

Cámara de red IP Multidireccional IR 4x2Mpx Modelo de referencia PNM- 9084RQZn



Vídeo:

- Dispositivo de imagen: 1 / 2.8" 2MP CMOS x 4 canales
- Píxeles de imagen Total: 1,945 (H) x 1,109 (V), Efectivo: 1,945(H) x 1,097 (V)
- Exploración: Progresivo
- Iluminación mínima Color: 0.05Lux (F1.6, 1/30 seg.), B / N: 0Lux (LED IR en on)

Lente:

- Longitud focal: 3.2 ~ 10mm (3.1x) Varifocal motorizado
- Campo de visión: [Amplio] H: 109°, V: 57.4°, D: 132° H: 33.2°, V: 18.7°, D: 38°
- Mín. Distancia de objeto: 0,5 m (1,64 pies)
- Tipo de lente: DC Auto Iris y Control de enfoque: Enfoque simple

Panorámica, inclinación y rotación:

- Rango PTR: 0° ~ 360° / 30° ~ 90° / 0° ~ 90°
- Control PTR: Motorizado (Máx. 200 ciclos)

Funciones operacionales:

- Común: Multilínea (Máx. 5), Color (Gris / verde / rojo / azul / negro / blanco)
- IR visible Length: 30m
- Color: Gris / verde / rojo / azul / negro / blanco
- Rotación de imagen: Flip, espejo, Vista del pasillo (90° / 270°)
- Audio en: Seleccionable (entrada de micrófono / entrada de línea)
- Salida de audio: Salida de línea, nivel máximo de salida: 1Vrms

Video Streams:

- Compresión de vídeo: H.265H.264, MJPEG
- Resolución: 1920 x 1080, 1280 x 1024, 1280 x 960, 1280 x 720, 1024 x 768
- Velocidad de fotogramas máxima, H.265 / H.264 Max. 30 fps / 25 fps (60Hz / 50Hz)
- Método de transmisión: Unicast / Multicast, Interoperabilidad: Perfil ONVIF

Red:

- Conectividad: Ethernet 10/100 Base-T a través del conector RJ-45
- Protocolo: IP v4 / v6, TCP, UDP, DHCP, LLDP, HTTP, HTTPS
- Servicio de red: ARP, DNS, ICMP, NTP, SNMP, IGMP, QoS, SMTP, PPPoE

Eléctrico:

- Voltaje de entrada: HPoE (IEEE 802.3bt), 12VDC, consumo: Max 42W, típico: 28W

Mecánica y ambiental:

- Temperatura: Operación: -40 ° C ~ + 55 ° C (-40 ° F ~ + 131 ° F)
- Humedad: Menor del 90% de HR
- Protección mecánica (antivandálica): IK10, Protección de ingreso: IP66, NEMA 4x

Grabador de Video en Red -NVR Modelo de Referencia PRN-4011



- Resolución de Grabación: desde CIF hasta 12 Megapíxeles.
- Formato de compresión H.265, H.264, MJPEG.
- Ancho de banda de grabación de 400Mbps.
- Control de Ancho de Banda Automático.
- Sistema Operativo Linux Embebido.
- El NVR permitirá programar tareas de grabación: grabación continua, programada, por eventos, continua y por eventos.
- El NVR debe ser capaz de sincronizar hasta 64 cámaras en forma simultánea.
- 4 puertos GIGABIT ETHERNET / 2 SFP. Soporte de 64 canales.

- Número de usuarios remotos: 04 simultáneos en Unicast y soporte de multicast.
- Protocolos de red soportado: TCP/IP, UDP/IP, RTP (UDP), RTP (TCP), NTP, HTTP, DHCP, PPPoE, SMTP, ICMP, IGMP, ARP, DNS, DDNS, HTTPS, SNMP, ONVIF.
- HDD interno: hasta 12 SATA de hasta 8TB c/u y RAID 5/6.
- Compresión de audio: G.711/726. Soporte de Failover N+1.
- Sistema de recuperación de backup automático – ARB.
- Certificaciones: FCC y listado UL, CE.
- El NVR deberá permitir mostrar video 4K por salida HDMI.
- La unidad de grabación NVR deberán grabar video proveniente de las cámaras de video IP, adicionalmente permitirán la revisión del video en las distintas estaciones de trabajo. También realizarán las funciones de almacenamiento y envío de alarmas.
- Grabación y revisión deberán ser realizadas en forma simultánea sin que se afecte la grabación de las cámaras.
- Salidas de video HDMI/VGA Dual.
- El NVR debe ser capaz de administrar el espacio libre en disco en forma automática, cuando se llegué al mínimo. El NVR deberá permitir administración vía web.
- Temperatura de operación: +0°C ~ +40°C.
- Protocolo ONVIF|
- Los discos duros a implementarse deberán estar homologados por el fabricante del grabador de video de red.

Servidor de Gestión de la red de videovigilancia IP Modelo de Referencia SRN-SENCMS-CTLS



Especificaciones técnicas generales:

- Procesador: Intel Xeon E3-1220 v3 3.1 GHz S1150
- Sistema Operativo: Windows server 2012 con 5 usuarios
- Memoria: 8GB DDR3 1330MHz ECC Unbuffered
- Almacenamiento 1TB SATA/6G 7200RPM 128MB 3.5 pulg. Max 4 unidades
- Unidad Óptica: 8x Slim DVDRW
- Bandeja HDD: Soporta hasta 4 Hot Swap 3.5" SAS/SATA
- Red: doble tarjeta 1 GbE con add-on simple, dual o quad PCIe GbE
- Garantía: 3 años
- Factor de forma: rackeable 1RU
- Fuente de poder: 350W, 80 Plus Silver, Fuente de poder redundante (opcional)
- Bahías: 4 x 3.5"
- Salida de Video: VGA
- Frecuencia VAC: 47Hz ~ 63Hz
- Temperatura de funcionamiento: 0°C (32°F) ~35°C(95°F)
- Humedad: 5% ~95% no condensado
- Dimensiones: 17.24 x 1.75 x 21.8 pulg / 438 x 44.5 x 554 mm

Estación de Monitoreo de la red de videovigilancia IP
Modelo de Referencia SRN-SENCMS-DSPS



- Procesador: Intel Gen. 4 Core i7 4790 3.4GHzXeon
 - Sistema Operativo: Windows 7 Pro 64bits
 - Chipset: Intel Z87 Express Chipset, soporte de Tecnología Turbo Boost
 - Memoria: 8GB DDR3 1600/1330/1066MHz, soporte Intel Extreme Memory Profile (XMP)
 - Gráficos: GeForce GTX970 4GB 4 salidas
 - Almacenamiento: 1.0TB 7200RPM SATA Standard Hard Drive for System Support for Raid 0,1,5,10; Intel Rapid Start Technology Intel, Dynamic Storage Accelerator; Intel Smart Connect Technology Intel, Smart response Technology
-
- Red: Realtek 10/100/1000 Network Connection
 - USB: 2 x USB 3.0, soporte conector adicionales 2 USB 3.0 ports, 4 x USB 2.0, soporte conector adicional 4 USB 2.0 ports
 - Expansión: Raid 1 opcional (requiere disco duro adicional)
 - Expansión de slots: Conectores 6 x SATA 6.0GB/s, 2 x PS2, 1 x Serial Header
 - Lector Óptico: 24 x DVD-RW server 2012 con 5 usuarios
 - Fuente de energía: 500W
 - Factor de forma. Mid Tower, ATX
 - Bahías de Expansión: 4 x 5.25 Externo, 1 x 3.5 Externo, 3 x 3.5
 - Panel frontal: 2 x USB 2.0, 1 x salida de audio, 1 x entrada micrófono
 - Dimensiones. 17.25 x 16 x 17.5 pulg. /184 x 406 x 445 mm
 - Ventilador: 1 x 92 mm

Controlador Joystick Modelo de referencia SPC-7000



El controlador Joystick permitirá a los operadores de cámara, controlar las cámaras Domo PTZ.

- Control PTZ: Joystick (3-axis twist zoom)
- Interface: Ethernet, USB, RS485/422
- Con una pantalla 5" TFT Touch LCD
- Unidades a controlar: máximo 255 cámaras de red, máximo 255 cámaras análogas / DVR
- Velocidad de transmisión: (RS-485/422): 2400 ~ 57,600 bps
- Protocolos de Red: TCP, HTTP, DHCP, IPv-4
- Gestión de usuarios: 1 administrador + 9 operadores
- Con opción a importar/exportar la configuración
- Con opción a exportar imágenes fijas de cámaras de red utilizando memoria USB
- Con idioma inglés y español como mínimo
- Temperatura de operación: 0°C ~ +40°C
- Humedad relativa de operación: 20% ~ 85%
- Voltaje de entrada: 12 VDC
- Consumo máximo: 6.4W

Módulo de matriz Virtual o Video Wall del Software de Gestión de la red de Videovigilancia IP Modelo de Referencia SSM-VM



Especificaciones técnicas generales:

- La serie SSM-VM es un módulo adicional cuando se utiliza SSM, por lo tanto, después de completar la configuración de SSM, se debe instalar la serie SSM-VM.
- Solución de gestión multipantalla.
- Soporte para decodificación S/W (VM Decoder).
- Monitoreo en vivo y visualización de mapas simultáneamente.
- Número máximo de monitores: SSM-VM10: 16, SSM-VM20: 36
- El número de pared por cada paquete: hasta 3

Características:

- Transmisión de video: recibe de SSM (módulo MG), dependiendo del dispositivo.
- Monitoreo de eventos: Punto de pared, punto de monitor, punto de mosaico.

Monitoreo en vivo:

- Diseño de pared (monitoreo múltiple): depende de la configuración de VM Manager, supervisar componentes de diseño.
- Modo de división de pantalla: Modos de pantalla 4:3: 1/4/6 / 8 / 9 / 10 / 13 / 16 / 17 / 21 / 25 / 36 / 49 / 64, 16:9 modos de pantalla: 12/06/20/30
- Modo secuencial: Secuencia de grupo de diseño de pared, Duración mínima: 10 segundos ~ máximo 180 segundos.
- Monitoreo de mapas: Modo de vista dividida para diseño de mapa, vista 2D/3D, acercar/alejar, cámara/sensor7alarma.

VM Manager:

- Número de máximo de muro de gestión: 3
- Gestión de pared: Registro y asignación de decodificador a monitor de pared.

General:

- Módulos: Proporciona tres tipos, VM Manager, VM Gateway y VM Decoder.
- VM Manager: Herramienta de configuración de matriz virtual, que puede gestionar hasta tres paredes.
- VM Gateway: El módulo de administración de VM Decoders, VM Gateway también maneja comandos y verificación de licencias.
- Decodificador VM: VM Decoder es un módulo de decodificación de video, VM Decoder instalado en una PC controla hasta 4 monitores, hasta 100 canales.

Monitor LED 40" Modelo de Referencia SMT-4033



Especificaciones técnicas generales:

- Tamaño de pantalla LED de 39.5"
- Resolución máxima 1920 x 1080
- Relación de aspecto: 16:9
- Brillo 350 cd/m²
- Angulo de visión: 178°/178°
- Color de pantalla 16.7 millones
- Tiempo de respuesta 9.5 ms
- Auto voltaje: 100 ~ 240 VAC (50/60Hz)
- Entradas de video VGA, DVI, HDMI, BNC
- Altavoces 2 x 2W
- Con conector de audio 3.5 mm
- Tiempo de vida del monitor 30,000 horas como mínimo
- Tipo de filtro 3D Comb Filter
- Control remoto incluido.
- Compatibilidad con VESA DPM
- Con tamaño de bezel máximo en parte superior 13.66 mm y parte inferior 17.66 mm
- Consumo de energía menor a 60W
- Temperatura de operación: entre =°C a +40 °C
- Humedad de operación sin condensación entre 10% a 80%
- De color negro

Monitor LED 32" Modelo de Referencia SMT- 3233



- Tipo: LED, Tamaño: 31.5"
- Máxima resolución: 1920 x 1080
- Brillo: 350 cd/m2, Contraste: 1200:1, Aspecto: 16:9
- Angulo de visualización: 178°/178°
- Monitor a Color: 16.7 millones
- Tiempo de respuesta: 8 ms
- Sistema de Video: NTSC/PAL
- Tiempo de Vida: 30,000 horas
- Tipo de filtro: Combinado 3D
- Video: VGA, DVI, HDMI, BNC
- Señal de entrada: 0.7 Vpp+5%
- Resolución RGB/DVI: 640 x 480@60Hz/72Hz/75Hz (VGA), 800 x 600@56Hz/60Hz/72Hz/75Hz (SVGA), 1,024 x 768@60Hz/70Hz/75Hz (XGA), 1,360 x 768@60Hz, 1,440 x 900@60Hz, 1,600 x 900@60Hz, 1,680 x 1,050@60Hz, 1,920 x 1,080@60Hz
- Resolución HDMI: 640 x 480p@60Hz, 720 x 480p@60Hz, 720 x 576p@50Hz, 1,280 x 720p@50Hz/60Hz, 1,920 x 1,080@60Hz, 1,920 x 1,080p@60Hz
- Audio: Conector: 3.5 mm Mini phone Jack, Señal de salida: Loop-through line level (PC only), Speaker: 2 x 2W
- Funciones en pantalla: Compatible con VES, DPM
- Idiomas: inglés, español, chino, alemán, francés, ruso, árabe.
- Voltaje de entrada: 100 – 240VAC (+10%) (50/60Hz)
- Consumo: 49W
- Temperatura de operación: 0 a 40°C
- Humedad: 10% - 80% sin condensación
- Dimensiones (sin soporte): 728.8 x 433.1 x 51.4 mm (Ancho x Alto x Profundidad)

Software de administración de la red SSM - Videovigilancia

El software VMS se deberá instalar en un SERVIDOR de alto rendimiento en una configuración distribuida.

El cliente VMS deberá ser instalado en un computador de alto rendimiento.

El VMS deberá administrar todos los dispositivos y usuarios del sistema.

El VMS deberá tener la capacidad de administrar hasta 800 eventos por segundo.

El VMS deberá usar una base de datos que cumpla con Open MQ.

El VMS deberá contar con una aplicación (módulo) que permita la retransmisión de video, control PTZ y eventos.

El VMS deberá garantizar que tanto para la visualización en vivo y grabación se utilizará un solo stream por cámara.

El cliente VMS deberá soportar hasta 4 monitores conectados directamente con cualquier combinación de videos en vivo, mapas, reproducción, Backup y eventos.

El cliente VMS deberá soportar hasta 64 cámaras en vivo en un solo monitor.

El cliente VMS deberá soportar hasta 100 imágenes simultáneas de video en vivo en los monitores conectados directamente, mostrando hasta 25 imágenes por monitor.

El cliente VMS deberá soportar una serie de diseños (layout), incluyendo, pero no limitado a los siguientes modos de pantalla 4:3/4/6/8/9/10/13/16/17/21/25/36/49/64 y a los modos de pantalla 16:9 6/12/20/30. El cliente VMS deberá contar con una secuencia capaz de mostrar hasta 16 diseños de organización de las imágenes (Split Layout).

El Software de Gestión permitirá a los usuarios elegir entre H.264, H.265, MJPEG como códec de video, resoluciones de hasta 4K (4000x3000), y velocidades de fotogramas de hasta 60 fps.

El cliente VMS deberá soportar formatos de compresión de audio G.711 u-law (PCM), G.723, G.726 (ADPCM).

El cliente VMS deberá soportar audio bidireccional tanto en half dúplex como en full dúplex.

El cliente VMS deberá soportar joystick USB con controles Pan, Tilt, Zoom, Presets y selección de cámaras.

El cliente VMS deberá soportar una función Pan/Tilt proporcional "drag to move".

El cliente VMS deberá soportar funciones Go To 1x zoom, sensibilidad PTZ, enfoque, zoom, patrullaje, swing/auto-pan group/scan, trace/pattern, preposiciones y control de iris.

El cliente VMS será capaz de reproducir hasta 16 cámaras simultáneamente.

El cliente VMS deberá contar con una función de zoom digital que podrá ser usada en la reproducción.

El cliente VMS podrá capturar imágenes, permitiendo guardar imágenes tanto en vivo como reproducción o imprimirla rápidamente.

Desde el cliente VMS se podrá configurar la realización de back-up y restauración de los ajustes del VMS, así como la posibilidad de restaurar a los valores de fábrica.

Descripción General:

A. Los siguientes módulos se incluirán en el sistema:

- 1.- System Manager: Programa de administrador para todos los dispositivos y usuarios en SSM. El administrador del sistema controla el flujo de datos, incluyendo la solicitud y la transmisión de información de los medios de comunicación, gestión de eventos y medios de streaming
- 2.- Media Gateway: Un módulo para conectar cámaras, NVR, DVR, codificadores y otros dispositivos en la SSM y transmitir video y audio a otros módulos. El control de dispositivos, la transmisión y recepción de los medios de comunicación deben pasar por Media Gateway. Además, todos los dispositivos deben estar registrados bajo Media Gateway.
- 3.- Consola de Estudio: Un cliente de monitoreo para visualización, reproducción de video y monitoreo evento registrado.
- 4.- Gestor de configuración: Un programa que proporciona una interfaz gráfica de usuario para la configuración de SSM.

B. Los siguientes módulos se añaden opcionalmente.

- 1.- Servidor de grabación: Un módulo para grabar videos.
 - 2.- SSM móvil: Una aplicación móvil para SSM.
 - 3.- Transaction Server: Un módulo para la integración de sistemas de terceros.
 - 4.- Captura de pantalla: Un módulo para la transmisión de la pantalla del PC.
 - 5.- Virtual Matrix: Un módulo para pantalla de video.
- C. Sera capaz de conectar las cámaras de red del fabricante y otros proveedores a través de protocolos o de ONVIF. El número de cámaras que se pueden conectar al software dependerá de la licencia.

1.- Licencia Enterprise:

- a.- Conexión directa de 128 cámaras por Media Gateway, número ilimitado de Media Gateways por licencia.
- b.- Conexión a través de cámaras NVR 288 por Media Gateway, número ilimitado de Media Gateways por licencia.
- c. Sera capaz de conectar cámaras analógicas del fabricante a través de grabadoras de video digital o codificadores. El número de cámaras analógicas que se pueden conectar será igual al número de cámaras de red que se puede conectar.

D. Directorio Activo:

- 1.- El software debe ser capaz de importar información de usuario de servidor LDAP.
- 2.- La sincronización se realiza periódicamente entre el servidor LDAP y SSM.
- 3.- El software tiene licencia Enterprise para poder sincronizarse con el servidor LDAP.
- 4.- Los siguientes formatos de video están disponibles para la exportación de video:
 - a.- SEC: Este formato deberá proporcionar una aplicación de reproducción, medir la autenticidad de video, configuración de la contraseña, líneas de tiempo, y otros.
 - b.- AVI: Este formato deberá ser compatible con Windows Media Player o cualquier otro reproductor multimedia como reproductor VLC.

Anexo 5. Especificaciones Técnicas del Sistema de Semaforización

Semáforo para el Tránsito Vehicular Modelo Referencial SV3X – 300



- Dispositivos emisores de señales de luz: tecnología LEDs
- Grado de protección: de hermeticidad IP65 y contra rayos UV
- Espectro de color: Rojo 620-630 nm, Amarillo 585-595 nm, Verde 500-510 nm
- Lente de led: de Policarbonato Transparente, resistente a altas temperaturas con superficies internas prismáticas para la perfecta distribución de la luz.
- Cuerpo o gabinete del semáforo: de material policarbonato.
- Temperatura: -40 °C hasta + 70 °C.
- Resistencia al impacto: IR3
- Durabilidad: 10,000 horas de expectativa de vida
- Óptica LED: diámetro nominal de 300 mm (12")
- Visión nítida con plena luz del sol
- Intensidad luminosa: mayor a 600 candelas (toda la lámpara)
- Visera: de policarbonato Negro, serán independientes del resto de los leds
- Medidas externas: 111 cm x 37 cm x 14 cm (sin visera)
- Suministro eléctrico: voltaje alterno de 220 VAC +15% - 20%, 50/60 Hz.
- Sistema de puesta a tierra: Por seguridad de los peatones y del equipo, debe contar con la conexión a tierra (menor de 5 ohmios).
- Potencia nominal: menor o igual a 15 watts por lámpara led.
- Construcción: modular, homogéneo y resistente.

Sensor Cámara Presencia de Vehículos Modelo TrafiCam x-stream



Funciones principales:

- Detección de presencia de vehículos en intersecciones, recopilación de datos, monitoreo de flujo vehicular y detección de colas de espera.

Ventajas:

- Sensor todo en uno (Cámara + Detector), instalación por sobre el suelo, compresión de imágenes de H.264, direccionamiento IP, monitoreo y verificación en tiempo real, algoritmos de detección cuyo funcionamiento ha sido probado en campo, hasta 16 áreas virtuales de detección, y fácil instalación y rápida configuración, detección confiable 24/7. Bajo consumo de energía, utilización de materiales de gran durabilidad.

Características generales:

- Las zonas de detección se muestran a través de la transmisión de video en vivo.
- Las zonas de presencia se reposicionan fácilmente en situaciones de tráficos cambiantes.
- Salida de detección y transmisión de datos de protocolo IP
- Comunicación: Protocolo de comunicación TCP/IP, por lo que se necesita de un cable Ethernet para conectar la cámara con cualquier dispositivo controlador.
- Se pueden conectar máximo 4 cámaras de video detección vehicular con 4 salidas por cada cámara, total 16 salidas, cuenta con bornera para salida de error en caso de fallos y su alimentación eléctrica de 12-30 Vac o 12 a 42Vdc.

Especificaciones técnicas TrafiCam x-stream

- Funciones de detección: Presencia de vehículos + datos
- Nro. de zonas de detección: 24 zonas de presencia y 4 zonas de datos
- Nro. de salidas de detección: 3 para las versiones ETH, directamente o por interfaz ETH

Cámara:

- Resolución: 640 x 480 pixeles (VGA) capaz de generar stream de video IP
- Frecuencia de producción de imágenes: 25 fps.
- Tipos de lente: Gran angular; distancia focal 2.1 mm y distancia de detección 0 - 25 m, Angulo estrecho: distancia focal 6.0 mm y distancia de detección 15 - 75 m.
- Altura de montaje: 3.5 - 12 m.
- Tipo CMOS: 1/4" color. Compresión: MJPEG, MPEG-4, H.264 transmisión dual.

Alimentación, salida, comunicación:

- Tensión de funcionamiento: 12 - 32 V CA, 12 - 42 V CC
- Dirección IP: Si. Comunicación entre el PC y el Sensor: Por interfaz
- Interfaces: TI x-stream para sensores BPL, interfaz ETH opcional para sensores ETH.
- PC Tool para la configuración: Traficon Configuration Tool (TCT).

Normativa medioambiental:

- Rango de temperatura: De -34 °C a +80 °C. IP68, conectores IP67.

Consideraciones técnicas del sensor-cámara Traficam x-stream:

a. Pautas para la posición de la cámara:

Altura: instalar la cámara a la mayor altura posible. A una altura por encima de los 3.5 metros

Posición hacia la carretera: si es posible, coloque la cámara sobre su cabeza. De lo contrario, se recomienda una posición de enfoque lateral hacia el carril.

Orientación: No oriente la cámara hacia la línea del horizonte. Situe la cámara en una posición que quede lo menos expuesta posible a la luz directa del sol.

La altura y la posición de la cámara son factores importantes para minimizar la oclusión. Se produce cuando un vehículo bloquea una parte del campo de visión de la cámara.

b. El área de detección en relación con la altura de la cámara y la distancia mínima de detección tiene relación con la altura de la cámara y el tipo de objetivo.

c. La figura 93 ilustra el área de detección (A), la distancia de detección mínima (B) y máxima (C), y las zonas de detección de presencia (1 y 2).

d. Para la selección de objetivo y colocación de la cámara, tenemos 2 tipos de cámara Traficam:

De gran angular: La detección de presencia de vehículos en la zona cercana a la cámara, detección de vehículos en la franja de parada.

De teleobjetivo (Ángulo estrecho): La detección de presencia de vehículos en la zona más distante de la cámara. Detección anticipada de los vehículos que se aproximan al cruce.

e. En cada intersección se instalarán 2 sensores traficam x-stream, utilizamos (01) tarjeta interfaz 4TI (con capacidad máxima de 4 sensores). Dicha tarjeta es el interfaz entre el sensor y controlador de tráfico.

Se conectarán los 2 sensores en topología en estrella, considerando que la longitud máxima de interconexión entre el sensor Traficam y la tarjeta 4TI es de 200 m.

f. Las zonas de detección de presencia, deben ubicarse dentro del área de detección, en la figura nos muestra la barra de detección, distancia y tamaño del detector.

Controlador de Tráfico Interactivo Modelo Referencial Cartesio



Características generales:

- Estructura con multiprocesador, que comprende una unidad de procesamiento de 32 bits a 1 GHz ARM Cortex - A8, que proporciona la máxima potencia de procesamiento en el mercado, conectado a una serie de microprocesadores redundantes para la gestión de entradas y salidas.
- Sistema operativo Linux, en tiempo real, multitarea con arquitectura abierta.
- Alimentación: 42/230 VAC con control de tensión y de corriente en todas las salidas.
- Temperatura de funcionamiento: -40 a +80 °C.

Funciones principales:

- Luz intermitente, todos rojos, apagar luces.
- Tiempos fijos.
- Sincronizado - Vinculado o temporizador interno, función GPS timing.
- Actuado a través del tráfico con la extensión y / o cancelación de fase.
- Completamente adaptable según los datos de tráfico recogidos.
- Sistema de Prioridad para los vehículos públicos o de emergencia.
- Recolección y conservación de los datos de tráfico con volumétrica y clasificación, recogidos a través de los bucles inductivos, radar de microondas, sensores magnéticos, y tecnología de video.

Controles y Seguridad:

- El control sobre todos los aspectos y conflictos verde / verde.
- Límites de absorción se pueden establecer para todas las salidas.
- Control de las secuencias de la señal.
- Control en corriente para la absorción de cada salida.
- "INTERGREEN MATRIX": control entre los tiempos de luces verde-verde.
- LOG interior detallado con la temperatura y la tensión.

Características técnicas:

- Gestiona hasta 64 grupos de señales (192 salidas de lámparas).
- Hasta 128 entradas digitales y hasta 64 salidas digitales.
- 64 programas independientes pueden ser seleccionados.
- Detección y clasificación de los datos de tráfico.
- Conexión 2G / 3G / 4G, Bluetooth, WiFi, Ethernet.
- Totalmente adaptativo con la generación de planes dinámicos.
- El modelo Standard 230 VAC, 42 VAC ELV disponible.
- Software abierto multi-idioma.
- Centralización con la plataforma TMacs. El sensor Traficam x-stream se integra a esta plataforma.
- Centralización con sistema SIGMA (Elsag).
- El uso de TCP / IP o módem 3G puede conectar directamente a muchos de los sistemas de control y seguimiento.

Core:

- Procesador i.MX6Q/D, Dual Cortex-A9 @ 1 GHz.
- 32KB I-data L1 cache x core, 32KB D-data L1 cache x core, 1MB unified I/D L2 cache.
- NEON MPE co-processor, Vector floating point co-processor.

Memoria:

- 512MB 64bit DDR3-1066 y 256MB NAND Flash.

Interfaces:

- Native Ethernet 10/100Mbit port.
- 2x RS232 I/F • 1x RS485 I/F.
- 1x High Speed USB OTG • 2x RS232 (Linux Console +1).
- 1x VGA Display connector, 2x LVDS Display connector.
- 1x HDMI connector • 1x HardDisk Connector.
- Pantalla táctil para condiciones ambientales.

Características del Software:

- Facilidad de programación, con 64 planes de tráfico.
- Construido sobre la base del regulador de semáforo RSC, los algoritmos para el control del tráfico en Cartesio han sido probados en el campo por más de diez años.
- Interactividad máxima, con fácil acceso a toda la funcionalidad del Sistema.
- Parámetros para la programación de la coordinación de los locales y centrales.
- Arquitectura de SW para Android, iOS, Windows, Linux, todos con la misma interfaz gráfica.
- Un regulador es capaz de controlar hasta cuatro intersecciones independientes.
- Se desarrolla de acuerdo a las últimas normas europeas en el sector ITS, basado en el sistema operativo Linux con arquitectura abierta. Fácil acceso a los datos de control.
- Recuento y clasificación de tráfico.
- Se integra prioridad para el transporte público o de emergencia.

Software de gestión Modelo Referencial TMacs (Total Management Advance Control System)

TMacs es una plataforma abierta ITS y es una herramienta esencial y poderosa para el control y la gestión del tráfico. La arquitectura abierta de TMacs permite controlar dispositivos múltiples (controladores de tráfico, sensores, dispositivos de control para alumbrado público, paneles de mensajes variables, estaciones meteorológicas, etc.). Gestiona la movilidad en escenarios urbanos y coordina los flujos de tráfico, acomodando las necesidades de automóviles, vehículos de transporte público, ciclistas y peatones.

Es la solución ideal y escalable para gestionar de manera eficiente el tráfico de la ciudad, ahorrar energía, reducir la contaminación del aire y garantizar la eficiencia y la calidad de su infraestructura vial. TMacs es capaz de comunicarse con los dispositivos de campo con cualquier red IP existente, cableada o inalámbrica. Esto significa que la ubicación del servidor ya no es un problema, y permite la instalación y la virtualización en forma remota.

- La interacción entre el usuario y el sistema se realiza en el protocolo IP.
- La Plataforma TMacs se compone de módulos que interactúan juntos para crear una solución completa ITS.
- Centralización de los semáforos con la gestión del tráfico y la selección adaptativa.
- Archivamiento de datos de tráfico y soluciones de informes.
- Semáforos de prioridad para el transporte público y de emergencia.
- Gestión y control de paneles de PMV y de información.
- Cálculo en tiempo real de los tiempos de viaje. Guía para el estacionamiento.
- Proporción de la información en tiempo real a través de PMV, Web, Smartphones.

Ventajas de la plataforma:

La centralización de los dispositivos con TMacs Platform permite:

- La gestión, el seguimiento y el control de los dispositivos.
- La configuración de las alarmas para que los operadores respondan eficazmente en caso de problemas.
- Hay límite para el número de usuarios conectados simultáneamente, ya que la plataforma permite un número ilimitado de accesos.
- Capacidad de expansión y escalabilidad del sistema.
- Información en tiempo real.
- Adaptabilidad y compatibilidad con dispositivos ya en uso.
- Actualización constante de la funcionalidad y el software gráfico de interfaz.

La plataforma TMacs puede ejecutarse en instalaciones físicas o virtuales de hardware, a servidores privados e independientes o compartida en Nube.

El **servidor central** ejecuta dos aplicaciones principales:

- La interfaz entre el servidor y los dispositivos remotos (controladores de tráfico, estaciones de monitoreo de tráfico, PMV, estacionamiento).
- La interfaz entre el servidor y el usuario final (cliente).
- Las configuraciones pueden ser: Single - server, Multiserver, Cluster / Cloud structures.
- Tecnología utilizada: Java 8
- Plataforma: Windows - Linux
- Protocolo: TCP/IP
- Data Base: Standard SQL, (MySQL)
- Network: Ethernet, ADSL, **Fiber optics**, LAN/WAN/GPRS/UMTS/HSDPA

- Todo el sistema se ha desarrollado en lenguaje Java y, por lo tanto, es compatible con la mayoría de los ordenadores y sistemas operativos.

TMacs permite la configuración de varios tipos de identidad, con la habilidad de habilitar la funcionalidad del Software, esto significa que un perfil puede tener acceso ilimitado a un subconjunto de la red, pero no a otras partes del mismo, o un perfil solo puede acceder un cierto tipo de dispositivos conectados al sistema (como VMS).

Referente a la conectividad, TMacs se comunica continuamente con todos los dispositivos remotos bajo su control. Con el fin de mantener esta comunicación, el sistema puede utilizar cualquier tipo de red: cables dedicados, fibra óptica, nodos de acceso a Internet o GPRS.

El cliente interactúa con el servidor vía LAN o vía Internet y permite la portabilidad completa del sistema. El sistema Central gestiona varios accesos a través de un procedimiento de autenticación: el nivel de interacción con el sistema cambia dependiendo del usuario para permitir a cada operador sólo las funciones que son capaces de gestionar.

El sistema de control de tránsito TMacs Traffic Integrated gestiona la movilidad en escenarios urbanos y coordina los flujos de tráfico, acomodando las necesidades de automóviles, vehículos de transporte público, ciclistas y peatones. En particular, el tiempo perdido por los vehículos de transporte público en las intersecciones debe ser mantenido a un mínimo a través de intervenciones totalmente adaptables.

Los datos indispensables para un sistema de gestión del tráfico adaptable son los datos de tráfico, y TMacs puede adquirirlos y almacenarlos desde cualquier tecnología disponible (bucles, video, detectores de ultrasonidos y microondas). Los datos necesarios para el accionamiento del vehículo se procesan en los controladores locales. En cualquier caso, todos los datos se transmiten al centro de control, donde pueden utilizarse para llevar decisiones sobre la gestión de la red de tráfico.

Para el sistema de control de tráfico urbano (Mac Traffic) las funciones del sistema son:

- Generación dinámica. Lógica totalmente adaptable. Generación mixta. Selección totalmente adaptable y / o plan
- Valoración y determinación del nivel de saturación. Valoración y determinación de la capacidad de la infraestructura
- Modelos de flujos de tráfico (Greenshield, Greenberg, parabólico, logarítmico, modelo del vehículo alineado). Modelos para la descongestión de "puerta rodante"
- Estabilidad del tráfico (local y asintótico). Análisis de ondas de choque
- Estimación del nivel de servicio LOS en 6 niveles en tiempo real
- Evaluación del Tiempo de Retardo. Determinación del Tiempo de Retardo
- Coordinación de uniones accionadas

TMacs utiliza estrategias de plan completamente adaptable. En la estrategia totalmente adaptable se aplican conceptos de optimización dinámica para minimizar el tiempo perdido tanto del transporte público como del transporte privado. Consta de los siguientes módulos:

a. Macs Analysis, es el módulo que procesa y gestiona los datos de tráfico obtenidos por la unidad de clasificación situada en la carretera para la supervisión del tráfico en tiempo real y datos históricos.

b. Macs Analysis Predict, produce una previsión de las condiciones del tráfico recopilando información sobre los tiempos de viaje. Estando integrado con Macs Traffic, permite utilizar modelos de previsión de la gestión del tráfico para poder anticipar la demanda futura.

c. Macs Tracking es un método de manejo de prioridad de bus que permite a los buses viajar a través de las señales de tráfico priorizando su paso para mejorar la velocidad y la confiabilidad de los pasajeros.

Anexo 6. Especificaciones Técnicas del Sistema de Recaudo

Tarjeta inteligente sin contacto modelo referencial MIFARE



- Debe cumplir el estándar internacional ISO/IEC 14443 A, que deberá comunicarse con el elemento lector del validador.
- Tarjeta inteligente micro procesada, procesamiento de transacciones (≤ 500 milisegundos).
- Las más abundantes son las tarjetas de la familia MIFARE de Philips, las cuales representan a la ISO/IEC 14443-A.
- Las tarjetas Mifare permiten su uso en diversas aplicaciones como: transporte público, control de acceso, estacionamientos, programas de fidelización, identificación.
- Comunicación bidireccional a una frecuencia de 13.56 MHz, modulación ASK, velocidad de transferencia lectura / escritura: 106 a 848 Kbps.
- Capacidad de lectura y escritura mayor a 10 KB de memoria, alta integridad de datos: 16 bit CRC, paridad, codificación de bit.
- Temperatura de funcionamiento entre 10 °C a +50 °C.
- Debe soportar anticollisión e incorporar un alto nivel de seguridad en las operaciones.
- De alta durabilidad y alto nivel de seguridad, que no se desgasta por rozamiento ni pierde la codificación como la tarjeta de banda magnética.
- Característica física: tarjeta plástica PVC laminada, transmisión de datos sin contacto, distancia de lectura hasta 10 cm. cuyo tamaño estándar de la tarjeta de medio de pago es de 85.60 mm x 53.98 mm, con un grosor de 0.76 mm.
- Debe cumplir el estándar CR80, con código de impresión térmica y número de serie único y alta durabilidad.

Torniquete (o Molinete) Modelo Referencial Slim High-Flow



Características:

- Gabinete monoblock totalmente, hecho de acero inoxidable AISI 304, resistente a choques, vibraciones, elementos ácidos y alcalinos.
- Sistema de amortiguación de giro, que ofrece más confort y más durabilidad al equipo. Mecanismo provisto con sistema de trabado, en caso de falta de energía, destraba el equipo, para atender normas de seguridad.
- Todas las piezas mecánicas son tratadas contra la corrosión por el proceso de bicromatizado trivalente.

Acabados:

- Gabinete y tapa superior totalmente en acero inoxidable cepillado. Ángulos arredondados con radio 18 mm.
- Brazos en tubos de acero inoxidable, con refuerzo interno en acero carbono, roscados en el cabezal y fijados con tornillos de difícil acceso.

Interfaz Electrónico:

- Módulo de control PWAC/WKC, responsable por el interfaz con cualquier modulo | operacional (sistema de validación de tarjetas) y el administrador autónomo de todas las funciones del molinete. - Firmware totalmente configurable.
- Control de los solenoides de bloqueo. Control de los pictogramas de operación y orientación.
- Incremento de contador digital.
- Envío de las informaciones de pasaje para los sistemas de validación.
- Puerto serie para la comunicación directa a las computadoras, para atender las diversas necesidades específicas del sistema de validación de las tarjetas.

Validador de medio de pago Modelo Referencial IVAL-One



Características Principales

- Validador elegante, robusto y de alta calidad conveniente para el ambiente del vehículo
- Pantalla táctil capacitiva de 7" proyectada con interfaz de usuario amigable
- Potente CPU para una mayor capacidad de expansión
- Soporte para tarjetas sin contacto y NFC
- Altavoz de audio para los viajeros con discapacidad visual

Especificaciones técnicas

- Unidad de Procesamiento: Procesador Cortex A9 Dual Core de 1 GHz, 1 GB de memoria RAM, 512 MB de memoria SLC NAND, 4-64 GB de memoria eMMC, Linux OS.
- Interface de Usuario: Pantalla Color de 7" TFT, resolución de 480 x 800, Proyección táctil capacitiva (PCAP), Frente protegido por un cristal de 4 mm a prueba de vandalismo, Barras LED iluminado como indicadores de transacción, Altavoz de audio 3W
- Soporte de Smart Card: ISO/IEC 14443 Tipo A/B, 2-4 SAM para formato ID000 (SIM-Card), Soporte a la clásica MIFARE, DESFire MIFARE, MIFARE Plus, Calypso.
- Interfaces de Comunicación: LAN Ethernet 10/100/1000 Mbps, 2 x RS232, Puerto de diagnóstico USB para mantenimiento, 4 líneas I/O digitales
- Entorno de Trabajo: Temperatura de funcionamiento 25 °C a +70 °C, Humedad 15% a 95% sin condensación.
- Fuente de Alimentación: Entrada de 9 a VDC polaridad de protección de inversión, Consumo de energía máximo 8W.
- IP54/IK10, Dimensiones 280 mm Altura, Ancho 146 mm, Profundidad 80 mm.
- Montaje: El validador está montado sobre una barra que se puede montar en vertical, así como barras de apoyo horizontales de diámetros de 30 mm a 40 mm.

Servidor de Recaudo

Características Técnicas:

- 1 procesador Intel Xeon Gold 6152, 2.1 GHz, memoria cache 30.25 MB L3 cache, numero de núcleos 22, máxima memoria 768GB DDR4-SDRAM, Windows 64 bits.
- Capacidad Ethernet de alta velocidad hasta 2 x 1GbE
- Interface ethernet 100/1000 Mbps RJ45, 2 SFP ethernet.
- Tarjeta gráfica integrada Intel HD 530: frecuencia base 350 MHz, memoria máxima 64 GB.
- (01) Disco duro de 8 TB tipo SATA, 7.2 KRPM, hot plug, capacidad suficiente para almacenar los datos provenientes del validador y las máquinas automáticas de recaudo.
- Compatible con las versiones licenciada del sistema operativo Windows Server del software de gestión.
- Suministro eléctrico: voltaje alterno de 220 VAC +15% - 20%, 50/60 Hz. contar con UPS ante eventual corte del suministro eléctrico, con sistema puesta a tierra (menor a 5 ohmios).

Máquina expendedora de carga y recarga de tarjetas modelo DK-S3601



Especificaciones técnicas:

- Industrial PC: CPU Intel Atom D525, 1037U, H61, H81, RAM: 2 GB a 16 GB, 1333 o 1600 Hz, HDD: 500 GB, 1 TB, Interface: 8 USB, 8 RS232, 1 puerto ethernet RJ45 10/100/1000M, 1 VGA, 1 HDMI.]
- TFT LCD/LED Monitor: Brillo 250 cd/m², 450 cd/m² para aplicación interior; 600 cd/m² a 2000 cd/m² para aplicación semi o total al aire libre, tiempo de respuesta menor a 6 ms, contraste 1000:1 a 4000:1, ángulo de visión 88°/88°/88°/88° para L/R/U/B.
- Pantalla Táctil: Tecnología tacto infrarrojo, Resolución 4096 x 4096, Puntos de contacto singular a 10 puntos de contacto.
- Motorizado/Manual/Lector de tarjetas: Soporta tarjetas: RF/NFC (sin contacto IC) tarjetas como MIFARE.
- Lector de tarjetas RF: Soporta tarjetas ISO 14443 tipo A y B de tarjeta sin contacto IC, incluso MIFARE S50/S70/PRO/Desfire/Ultralight.
- Dispensadora de tarjetas: RF/NFC (sin contacto), Magnética, EMV (Contacto IC, Capacidad de tarjetas 250 pcs como estándar, ampliado a 1000 pcs
- Cámara: Web, de vigilancia.
- Fuente de alimentación digital: Voltaje de entrada 100 – 240 VAC, Frecuencia 50 o 60 Hz, VDC salida 12V/24V.
- Sistema Operativo: Microsoft Windows/Linux/ Android OS
- UPS: Voltaje de entrada 145 – 290 AC, Voltaje de Salida 110 – 255 VAC, Frecuencia 50 o 60 Hz, tiempo de transitorio menor que 10 ms.

Software de gestión del sistema de recaudo FareOn**Funciones:**

- Administración de clientes y tarjetas con chip.
- Recarga de tarjetas y venta complementaria
- Personalización e impresión de tarjetas.
- Preparación de datos de entrada para dispositivos
- Procesamiento de datos y elaboración de informes.
- Transmisión de datos y monitorización de dispositivos.

Características técnicas:

La arquitectura modular ofrece la posibilidad de crear la aplicación a medida y facilita su desarrollo continuo, Interfaz intuitiva y fácil de usar, posibilidad de importación de datos de otros sistemas. Análisis eficaz de datos operativos mediante la tecnología de cubo de datos.

Las funciones seleccionadas se pueden automatizar completamente facilitando el trabajo de los operadores, posibilidad de ajustes individuales de usuario, por ejemplo, diseño de resúmenes e informes propios mediante el servicio Reporting services del servidor MS SQL.

Administración completa del sistema de tarjetas sin contacto, comenzando por el ajuste del sistema primario según el concepto del cliente, pasando por la expedición de tarjetas, recargas y terminando por todas las operaciones con tarjetas. Trabajo detallado con todos los datos hasta el nivel de los diferentes dispositivos, tarjetas u operaciones. El sistema abierto y el uso de estándares ampliados facilitan el trabajo con los datos (p. ej. XML), el intercambio de datos mediante los servicios de web e integración de productos de terceros como son terminales de pago, cajeros automáticos etc. Podemos asegurar toda una gama de servicios en su lugar, por ejemplo, para la preparación y el procesamiento de datos.

Anexo 7. Especificaciones Técnicas del Sistema de Transmisión de Datos

Conmutador (SW2) de capa 2, Modelo de referencia SecFlow-2 RAD



Especificaciones técnicas generales:

- Interfaz Ethernet: Número de puertos 8 o 16×10/100BaseT (opcional 8 puertos PoE), puertos 2×100/1000BaseFX SFP, puertos 8×100BaseFX SFP (opcional).
- Interfaz Serial: Nro. de puertos hasta 4 x RS-232, túnel transparente de streams serial.
- Enrutamiento: SecFlow-2 también incorpora un enrutador para una conectividad IP de Capa 3 segura y eficiente sobre redes de conmutación de paquetes. Tipo de: Enrutamiento estático o dinámico utilizando: IPv4, OSPF, enrutamiento RIPv2.
- Conmutación: SecFlow-2 realiza la conmutación capa 2 con herramientas para la gestión del tráfico y seguridad: Autonegociación automática según IEEE 802.3ab. Etiquetado de segregación de VLAN según IEEE 802.1q, VLANs 4K, grupos Multicast, IGMP snooping v1, v2, lista MAC.
- Calidad de servicio (QoS): Segregación de VLAN según IEEE 802.1q, Etiquetado de VLAN según encabezados L2 – L4, Multicast L2 con QoS garantizada, IGMP snooping para la optimización del tráfico, LLDP, DHCP cliente.

- Administración de Red: SecFlow-2 puede ser administrado con una variedad de herramientas de administración que incluyen: Interfaz de línea de comandos (CLI), interfaz Web y el sistema de gestión RADview SNMP. También se puede administrar con el Administrador de red SecFlow, integrado en el servidor RADview, para proporcionar un sistema de gestión end to end. También es compatible con el dispositivo switch/router SecFlow4.
- Protección de Anillo de Ethernet: Soporta Ethernet Protection Switching (ERPS) según ITU-T G.8032v. Tiempo de switchover para la detección de falla y el cambio a la ruta alterna del enlace sin interrupción no supera los 50 mseg.
- Seguridad: Control de acceso Activar / desactivar puerto, Filtro de acceso a puerto por direcciones MAC / IP, Autenticación basada en puertos según IEEE 802.1x
- Capacidad: Latencia de conmutación inferior a 10 µseg., max. de direcciones MAC 16K, max. número de VLANs 4K, Memoria interna DRAM de 1 GB.
- Alimentación: 90 - 250VAC, 24 – 270VDC. Consumo de energía 15 W (funcionamiento normal), 135 W (120 W para PoE, 30 W máximo por puerto). Con clasificación IP 30.
- Temperatura ambiente: -40 °C a 75 °C (-40 °F a 167 °F), Humedad 5 a 95%.

Switch - Router SecFlow 4 RAD



Especificaciones Técnicas generales:

- Capacidad: latencia de conmutación por debajo de 10 useg. Max. Numero de direcciones MAC 32K, Max. Numero de VLANs 4K.
- Ethernet: 4x10/100/100BaseTx puertos (opcional PoE con máx. 30 W por puerto/180 W por chasis) sobre módulos de SF4-M-4GbE, puertos 4x100/1000BaseFX SFP sobre módulos SF4-M-4GbE.
- Calidad de servicio (QoS): Segregación VLAN según IEEE 802.1q, etiquetado VLAN según las cabeceras L2 – L3, multicast L2 con QoS garantizada Snooping IGMP para optimizar el tráfico mapeo DSCP a 802.1p
- Enrutamiento en el nivel 2/3 (IPv4 e IPv6).
- Conmutador modular (cambio en caliente), resistente, e implementado en entornos industriales.
- Administración: El dispositivo SecFlow puede ser administrado a través de RADview.
- Seguridad: Control de acceso puerto activar/desactivar, Filtro de acceso al puerto según dirección MAC/IP.
- Robusta disponibilidad y escalabilidad en capa 2.

- Robusta disponibilidad y escalabilidad en capa 2.
- Lista de control de acceso (ACL)
- Admitir protocolos de acceso, incluidos CLI, Telnet, Web, SNMPv3 y TFTP
- Cumpla con los estándares IEEE: 802.1p, 802.1q, 802.1s, 802.3ab, 802.3ad, 802.3af, 802.3x, 802.3u, 802.3z y RFC 1352
- Anillo Ethernet: Según ITU-T G.8032 v2.
- Agregación de enlace: LAG con LCP según IEEE 802.3ad
- Alimentación: Módulos redundantes DC 24/48 VDC. Además, deberá contar con UPS y rectificador (24/48 VDC) ante eventual corte del suministro eléctrico y con sistema puesta a tierra (menor a 5 ohmios).
- Temperatura de operación: -40 °C a 75 °C, Humedad: 5 a 95%

Servidor Dell PowerEdge R730



Especificaciones técnicas:

- Procesador Intel Xeon E5-2630 v4 2.4 GHz 64 bits, 10 núcleos, Caché del procesador 25 MB, memoria RAM 16 GB DDR4-SDRAM
- Requerimientos mínimos de Software: Microsoft Windows Server 2008 R2 (64-bit) edición estándar
- Almacenamiento: (02) Disco Duro de 8 TB cada uno, SAS, Serial ATA III
- Puerto/Interfaces: 1 puerto serial, 1 puerto USB2.0, Ethernet LAN (RJ-45) cantidad de puertos: 4, Cantidad de puertos VGA (D-Sub): 2
- Red: Tecnología de cableado: 10/100/1000Base-T(X), tipo de interfaz ethernet: Gigabit Ethernet
- Monitor: Color (17"), resolución mayor a 1280 x 1024, DVD drive
- Sistemas Operativos compatibles: Windows Server 2008/2012/2012 R2 (64 bit)
- Gráficos: Modelo de gráficos en tarjeta Matrox G200eR2
- Alimentación: 1 Fuente VAC (con redundancia), (50 – 60 Hz)

Administrador del sistema de la red de transmisión de datos RADview EMS

Sistema de gestión de red integrado, incluida la gestión de servicios (SM) y monitoreo del desempeño (PM). Diseño, aprovisionamiento, pruebas y monitoreo de servicios E-Line de extremo a extremo basados en asistentes.

Solución altamente escalable para redes en crecimiento, con configuración inteligente y herramientas de aprovisionamiento para una fácil expansión de la red.

Gestión de fallas: Detecta y aísla fallas en dispositivos de red, inicia acciones correctivas, distribuye mensajes de alarma a otras entidades de gestión en la red.

Gestión de la configuración: Permite a los operadores instalar y distribuir software y archivos de configuración a todos los dispositivos de la red. Realiza un seguimiento de los cambios de versión y mantiene el historial de configuración para realizar copias de seguridad y recuperación. Gestión de la contabilización: Gestiona contraseñas y cuentas de usuarios individuales y grupales. Genera informes de uso de la red para monitorear las actividades de los usuarios.

Gestión del rendimiento: Soporta monitoreo en tiempo real de QoS (Quality of Service) e informes estadísticos. El recopilador de estadísticas de RADview comprime los datos para minimizar el uso del ancho de banda para el tráfico de administración y exporta archivos CSV a OSS (Sistema de soporte a las operaciones) o sistemas de administración de terceros.

Gestión de seguridad: Permite a los administradores de red realizar un seguimiento de las actividades de los usuarios. Controla el acceso a los recursos de la red con una opción de características de seguridad, incluyendo SSH (shell seguro), SSL basado en web (capa de conexión segura), SNMPv3, RADIUS y ACL (lista de control de acceso). El sistema de Performance Monitor, presenta un rendimiento de extremo a extremo de Servicios Ethernet en la red.

RAD SFP-17BD Compatible Transceptor SFP 1000BASE-BX-D Monomodo TX-1490nm/RX-1310nm 10km



Este modulo de transceptor SFP BiDi 1G compatible con RAD brinda un rendimiento de 1000BASE-BX-D de hasta 10 Km en una sola hebra de fibra monomodo (SMF). El modulo SFP 1000BASE-BX10_D SFP-17BD funciona en una longitud de onda bidireccional de TX: 1490 nm en sentido ascendente y RX: 1310 nm en sentido descendente y debe usarse con otro transceptor BiDi de longitudes de onda complementarias. Esta programado en fabrica para garantizar que sea 100% compatible con el transceptor RAD SFP-17BD equivalente, y que funcione con los puertos SFP de Gigabit RAD, de conmutadores Ethernet, enrutadores, adaptadores de red, convertidor de medios y otros dispositivos de red. Reemplazo al modulo de transceptor SFP 1000BASE-BX-D RAD SFP-17BD.

Características

Funcionalmente idéntico a RAD SFP-17BD Modulo Transceptor 1000BASE-BX10-D SFP-17BD

Compatible con la tecnología WDM bidireccional, utilizando una sola hebra de fibra para ahorrar costos

Plug and play, funciona muy bien con dispositivos RAD

Distancia hasta 10 Km en fibra monomodo

La supervisión digital óptica (DOM) permite capacidades de diagnóstico fuertes

Especificación

Estándares: IEEE 802.3z, compatible con canal de fibra ANSI

Interfaz del dispositivo: Conforme con MSA SFP

Numero de pieza OEM: SFP-17BD

Tipo de forma: BiDi SFP

Tipo de fibra: Fibra monomodo

Longitud de onda: TX: 1490 nm/Rx:1310nm

Velocidad de datos: 1.25 Gbps

Distancia máxima: 10 Km

Potencia de TX: -9 - -3 dBm

Sensibilidad del receptor: < -22 dBm

Conector: LC Simplex

Relación de extinción: > 9 dBm

Sobrecarga del receptor: > -3 dBm

Ambiente: Funcionamiento 0 °C a 70 °C

Monitoreo Digital de Diagnóstico: Si

RAD SFP-17AD Compatible Transceptor SFP 1000BASE-BX-U Monomodo TX-1310nm/RX-1490nm 10km



1000BASE-BX10-U SFP BiDi Transceptor, diseñado para reemplazar RAD SFP-17AD, funciona perfectamente con RAD Gigabit Ethernet switches, routers, NICs, Conversores de Medios Ethernet y otros dispositivos de red.

Este modulo de Transceptor SFP BiDi 1G compatible con RAD brinda un rendimiento de 1000BASE-BX-U de hasta 10 Km en una sola hebra de fibra monomodo (SMF). El modulo SFP 1000BASE-BX10-U SFP-17AD funciona en una longitud de onda bidireccional de TX: 1310 nm en un sentido ascendente y RX: 1490 nm en sentido descendente, y debe usarse con otro transceptor BiDi de longitudes de onda complementarias. Esta programado en fabrica para garantizar que sea 100 % compatible con el transceptor RAD SFP-17AD equivalente, y que funcione con los puertos SFP de Gigabit RAD, de conmutadores Ethernet, enrutadores, adaptadores de red, convertidores de medios y otros dispositivos de red.

Características

Funcionalmente idéntico a RAD SFP-17AD 1000BASE-BX10-U SFP Modulo Transceptor. Compatible con la tecnología WDM bidireccional, utilizando una sola hebra de fibra.

Plug and play, funciona muy bien con dispositivo RAD

Distancia hasta 10 Km en fibra monomodo

La supervisión digital óptica (DOM) permite capacidades de diagnóstico.

Especificación:

Numero de pieza OEM: SFP-17AD

Tipo de forma: BiDi SFP

Longitud de onda: TX: 1310 nm/ RX: 1490 nm

Distancia máxima: 10 Km

Potencia de TX: -9 - -3 dBm

Sensibilidad del receptor: < - 22 dBm

Velocidad de datos: 1.25 Gbps

Tipo de fibra: Fibra monomodo (SMF)

Conector: LC simplex

Componentes ópticos: FP/PIN

Relación de extinción: > 9 dB

Sobrecarga del receptor: > - 3 dBm

Monitoreo Digital de Diagnóstico: Si

Ambiente: Funcionamiento 0 °C a 70 °C

Estándar 10 Gigabit Ethernet

El estándar 10 Gigabit Ethernet contiene siete tipos de medios para LAN, MAN y WAN. Ha sido especificado en el estándar suplementario IEEE 802.3ae, y será incluido en una futura revisión del estándar IEEE 802.3.

- **10GBASE-SR** (short range, corto alcance). Diseñada para funcionar en distancias cortas sobre cableado de fibra óptica multimodo, permite una distancia entre 26 y 82 m dependiendo del tipo de cable. También admite una distancia de 300 m sobre una nueva fibra óptica multimodo de 2000 MHz/km (usando longitud de onda de 850nm).
- **10GBASE-CX4**. Interfaz de cobre que usa cables InfiniBand CX4 y conectores InfiniBand 4x para aplicaciones de corto alcance (máximo 15 m), tales como conectar un conmutador a un enrutador. Es la interfaz de menor coste, pero también el de menor alcance. 2.5 Gbps por cada cable.
- **10GBASE-LX4**. Usa multiplexión por división de longitud de onda para distancias entre 240 m y 300 m sobre fibra óptica multimodo. También admite hasta 10 km sobre fibra monomodo. Usa longitudes de onda alrededor de los 1310 nm.
- **10GBASE-LR** (long range, largo alcance). Este estándar permite distancias de hasta 10 km sobre fibra monomodo (usando 1310nm).
- **10GBASE-ER** (extended range, alcance extendido). Este estándar permite distancias de hasta 40 km sobre fibra monomodo (usando 1550nm). Recientemente varios fabricantes han introducido interfaces enchufables de hasta 80-km.
- **10GBASE-LRM** <http://www.ieee802.org/3/ae/>, 10 Gbit/s sobre cable de FDDI- de 62.5 μ m.
- **10GBASE-SW**, **10GBASE-LW** y **10GBASE-EW**. Estas variedades usan el WAN PHY, diseñado para interoperar con equipos OC-192/STM-64 SONET/SDH usando una trama ligera SDH/SONET. Se corresponden en el nivel físico con 10GBASE-SR, 10GBASE-LR y 10GBASE-ER respectivamente, y por ello usan los mismos tipos de fibra y permiten las mismas distancias. No hay un estándar WAN PHY que corresponda al 10GBASE- LX4.
- **10GBASE-T** (802.3an - 2007), UTP-6 o UTP-7, Distancia < 100 m, PAM-16.

Anexo 8. Presupuesto Propuesto de la Plataforma de Comunicaciones

PLATAFORMA DE COMUNICACIONES PARA UN SISTEMA DE TRANSPORTE BRT			
DESCRIPCION	Cantidad	Precio Unitario US(\$)	Total
1. RED FIBRA OPTICA			220,077.75
1.1 MATERIALES			
Cable de Fibra Optica ADSS 24 Hilos Span 200 area 0	12,600	1,551.2	19,545.12
Cajas de paso de empalme y derivacion de 24 f.o.	83	140.00	11,620.00
Bandeja optica rackeable de 24 puntos	15	93.75	1,406.25
Accesorios bandeja optica de 24 puntos	15	520.00	7,800.00
Caja de Pared Int/Ext IP65, soporta 06 acopladores SC Duplex/LC Quad	12	59.00	708.00
Jumpers opticos (5 metros) simplex con conector a pedido	90	10.9375	984.38
1.2 SUMINISTRO			
(08) Canalizacion subterranea microzanja, en terreno asfaltado, de 0.10m de ancho y 0.50m de profundidad, con tubo de polietileno de alta densidad	12,600	4.46	56,196.00
Instalacion de cable de 24 fibra opticas en canalizacion	12,600	7.54	95,004.00
Instalacion de cajas de paso (arqueta y registro), incluye ferreteria	83	30.00	2,490.00
Empalmes por punto (incluye materiales de fusion)	216	14.00	3,024.00
Instalacion de bandeja optica (incluye accesorios)	15	380.00	5,700.00
Mediciones Reflectometricas	216	10.00	2,160.00
1.3 ARMARIO			
Armario Compacto, AE, acero inoxidable, 760x300x760 mm (An/Pr/Al), IP66/NEMA 4X.	12	750.00	9,000.00
Bandeja 1-RU 19" x 10.5" Simple 12 Kgs. Negra	12	16.00	192.00
Regleta Multitoma de 19" de 8 tomas para enchufes tipo Schuko para T.E.	12	50.00	600.00
Fijacion de postes para KL, EB, BG, AE y KS.	12	80.00	960.00
SR Bastidor Movil 14UA	12	160.00	1,920.00
Rejilla con filtro, 124*124*24mm (An*Al*Pr)	12	30.00	360.00
Termostato, 230/115/60/48/24 VCA, 60/48/24 VCC, rango: 5 - 60° C.	12	34.00	408.00
2. RED DE VIDEOVIGILANCIA			123,230.00
4 MP bullet network camera, Triple codec H.265/H.264/MJPEG, WiseStream, 2.8 ~ 12.0 mm motorized varifocal lens, IR, IP66, IK10, PoE 12VDC, 120dB true WDR, defocus detection, halfway View, One way audio and SD card slot (SD/SDH/SDXC up to 128GB)	36	380.00	13,680.00
IR Bullet camera Back box (SON-L6083R / L5083R, QNO-6030R / 6020R / 6010R, QNO-7030R / 7020R / 7010R, QNO-7080R / 6070R, SCO-6083R)	36	30.00	1,080.00
Wisenet Q network outdoor IR PTZ camera, IR range for up to 3280ft, 2MP, Full HD (1080p) 30 fps, triple codec H.265/H.264/MJPEG with WiseStream II, 23x optical zoom (4.44 ~ 102.2mm) (61.8° ~ 3.08°), 120dB WDR, HLC, true D/N, 24VAC / HPoE, IP66, IK10, Built-in - 58°F (-50°C) Heater (24VAC only)	12	1,200.00	14,400.00
Pendant Mount Accessory, Ivory	12	48.00	576.00
2MPx4ch multi-directional camera, Motorized PTZ support, Max. 60fps @ 2MP (H.265, H.264), 3.2 ~ 10mm (3.1x) motorized varifocal lens, IR viewable length 30m, H.265, H.264, MJPEG codec, Multi streaming, Video analytics, WiseStream II, IP66, IK10, NEMA4X	12	1,850.00	22,200.00
Can be used with PNM-9084RQZ/9085RQZ, Mount screw size: PF 1 1/2", White	12	80.00	960.00
Wall Mount Accessory, 2x Knock out built-in, compatible with all full size outdoor PTZs and all caps, Ivory color as well as SBP-300PM pole mount adaptor and SBP-300KM corner mount adaptor	12	215.00	2,580.00
Pole Mount Accessory, use with SBP-300WM, Ivory	12	80.00	960.00

2.1 NVR - SOFTWARE DE GESTION SSM - ESTACIONES DE TRABAJO			
4K NVR, 64CH, 40TB RAW, H.265/H.264/MJPEG, ARB (Automatic Recovery Backup) & Failover (N+1), 400Mbps recording/ 32Mbps playback throughput, 12 Hot Swap HDD Bays, iSCSI redundant power, HDMI/D-Sub VGA dual display, DI/O, 2-way audio, ONVIF, maximum camera resolution of 12MP recording/display and fisheye dewarping on WEB and CMS, Support RAID 5/6 (4TB*10RAID 5 Ready) Field configuration and setup required (recording storage 32TB on RAID 5)	2	10,104.00	20,208.00
SSM Enterprise: is a management software platform that maximizes the efficiency of Samsung's network products. The client-server architecture features stable video surveillance system management through multi-suite and multi-client configuration. Access to the live/recorded videos is extremely easy from remote sites making it suitable for medium to large-scale multi site applications. (Unlimited cameras/Media Gateways and Clients)	1	1,400.00	1,400.00
CMS Control Server Enterprise, Quad Core Xeon E3-1220 v3 3.1 GHz, 8GB RAM, 1TB 7200rpm SATA Enterprise Hard Drive, Win 2012 Server with 5 Users, 8x DVD-RW, Hot Swappable, 1 Rack Unit, Designed for SSM System Manager and Media Gateway, NO VMS license is included (Optional Raid1 and Redundant Power)	2	4,020.00	8,040.00
Extra 4GB add-on RAM on Seneca Data Server	4	250.00	1,000.00
CMS Display Server Enterprise, Quad Core i7 4790 3.6GHz, GeForce GTX 790 4GB 4 Output, 8GB RAM, 10TB 7200rpm SATA Standard Hard Drive, Windows 7 Pro x64, 24x DVD-RW, Desktop Mid Tower, Designed for SSM Console, NO VMS license is included	3	2,990.00	8,970.00
Extra 4GB add-on RAM on Seneca Data Server	6	150.00	900.00
32" LED Monitor, 1080p (1920x1080), DVI HDMI, VGA, CVBS, 16:9 aspect ratio, Built-in Speaker (2W X 2), VESA DPM Compatible (100x100mm)	9	1,014.00	9,126.00
IP System keyboard Controller, Touch Screen TFT LCD, Interchangeable 3D Joystick & Jog Shuttle for Left or Right Handed Users, RS-485, DVR/NVR, Matrix & PTZ Control, 1CH Video Input/Output, SSM using USB interface only.	3	780.00	2,340.00
2.2 SSM-VM VIRTUAL MATRIX			
16ea Monitors, Add on S/W to SSM for virtual matrix function	1	1,410.00	1,410.00
40" LED Monitor, 1080p (1920x1080), DVI HDMI, VGA, CBS, 16:9 aspect ratio, Built-in Speaker (2W X 2), VESA DPM Compatible (100x100mm)	6	1,400.00	8,400.00
CMS Display Server Enterprise, Quad Core i7 4790 3.6GHz, GeForce GTX 790 4GB 4 Output, 8GB RAM, 10TB 7200rpm SATA Standard Hard Drive, Windows 7 Pro x64, 24x DVD-RW, Desktop Mid Tower, Designed for SSM Console, NO VMS license is included	2	2,500.00	5,000.00
3. RED DE TRANSMISION DE DATOS			125,237.42
3.1 CONMUTADOR RAD SEC-FLOW 4			
Sec-Flow-4 Chasis, con modulos CPU y de administracion, Layer 2/3 switch/router/platform, redundant 48 VDC power supply.	7	3,800.00	26,600.00
19-inch rackmount for SecFlow 4	7	80.00	560.00
Modulo 4 10/100/1000 Base FX SFP Ethernet puertos	28	363.00	10,164.00
Modulo 4 10/100/1000 Base T UTP Ethernet puertos	50	418.00	20,900.00
Gigabit Ethernet, DDM, internal calibration, Tx -1490nm, Rx-1310 nm, single mode (single fiber), laser (WDM), 10.0 km	60	116	6,960.00
Gigabit Ethernet, DDM, internal calibration, Tx -1310nm, Rx-1490 nm, single mode (single fiber), laser (WDM), 10.0 km (62 m)	60	116	6,960.00
SecFlow4 blank panel	7	59.84	418.88
3.2 CONMUTADOR RAD SEC-FLOW 2			
Ruggedized SCADA-aware Ethernet switch, basic option with Ethernet features, 90-240 VAC, 2 GbE SFP, 16 10/100BaseT, Power over Ethernet	18	1522.97	27,413.46
Gigabit Ethernet, DDM, internal calibration, Tx -1310nm, Rx-1490 nm, single mode (single fiber), laser (WDM), 10.0 km (62 m)	18	124.55	2,241.90
Gigabit Ethernet, DDM, internal calibration, Tx -1490nm, Rx-1310 nm, single mode (single fiber), laser (WDM), 10.0 km (62 m)	18	227.39	4,093.02
3.3 RADVIEW			
Carrier Class network management system y RADview license	1	14226.16	14,226.16
Estacion de trabajo	1	1800.00	1,800.00
Servidor Dell PowerEdge R730	1	2900.00	2,900.00

4. RED DE SEMAFORIZACION			87,004.48
Controlador de trafico	12	3100.00	37,200.00
Semaforo inteligente	48	191.76	9,204.48
Sensor	24	1000.00	24,000.00
Servidor	1	2800.00	2,800.00
Estacion de trabajo	1	1800.00	1,800.00
Software de gestion de la plataforma de semaforos	1	12000.00	12,000.00
5. RED DE RECAUDO			82,600.00
Validador	24	500.00	12,000.00
Maquina de recaudo	12	3500.00	42,000.00
Torniquete	24	500.00	12,000.00
Servidor	1	2800.00	2,800.00
Estacion de trabajo	1	1800.00	1,800.00
Software de gestion (precio referencial)	1	12000.00	12,000.00
6. ENERGIA			9,960.00
UPS tipo torre de 2.2 KVA	12	750.00	9,000.00
Transformador de aislamiento	12	80.00	960.00
TOTAL			US \$648,109.65

Anexo 9. Configuración de los Conmutadores

a) Configuración de Switches de cabecera de Anillos

La configuración de los switches de los anillos es esencialmente la misma, solo cambia la IP y el hostname lo. La estructura es la siguiente:

```
SWX#show running-config
no service timestamps log datetime msec
no service timestamps debug datetime msec
no service password-encryption
hostname SWX
!
spanning-tree mode pvst
spanning-tree extend system-id
spanning-tree vlan 10,20,30,100 priority 0
interface Vlan1
no ip address
shutdown
!
interface Vlan100
mac-address 00d0.d3d9.b801
ip address 172.24.100.X 255.255.255.0
!
ip default-gateway 172.24.100.1
!
line con 0
!
line vty 0 4
login
!
!
end
```

b) Configuración de Switch Central

Es la siguiente:

```
SW_CENTRAL#show running-configuration
no service timestamps log datetime msec
no service timestamps debug datetime msec
no service password-encryption
hostname SW_CENTRAL
!
no ip cef
no ipv6 cef
!
!
spanning-tree mode pvst
interface GigabitEthernet1/0/1
switchport trunk encapsulation dot1q
switchport mode trunk
!
interface GigabitEthernet1/0/2
switchport trunk encapsulation dot1q
switchport mode trunk
!
interface GigabitEthernet1/0/3
switchport trunk encapsulation dot1q
switchport mode trunk
!
interface GigabitEthernet1/0/4
switchport trunk encapsulation dot1q
switchport mode trunk
!
interface GigabitEthernet1/0/5
switchport trunk encapsulation dot1q
switchport mode trunk
!
interface GigabitEthernet1/0/6
switchport trunk encapsulation dot1q
switchport mode trunk
!
```



```
interface GigabitEthernet1/0/7
switchport mode trunk
!
interface GigabitEthernet1/0/8
switchport trunk encapsulation dot1q
switchport mode trunk
!
interface GigabitEthernet1/0/9
!
interface GigabitEthernet1/0/10
!
interface GigabitEthernet1/0/11
!
interface GigabitEthernet1/0/12
!
interface GigabitEthernet1/0/13
!
interface GigabitEthernet1/0/14
!
interface GigabitEthernet1/0/15
!
interface GigabitEthernet1/0/16
!
interface GigabitEthernet1/0/17
!
interface GigabitEthernet1/0/18
!
interface GigabitEthernet1/0/19
!
interface GigabitEthernet1/0/20
switchport access vlan 10
```



```
switchport mode access
switchport nonegotiate
!
interface GigabitEthernet1/0/21
switchport access vlan 20
switchport mode access
switchport nonegotiate
!
interface GigabitEthernet1/0/22
switchport access vlan 30
switchport mode access
switchport nonegotiate
!
interface GigabitEthernet1/0/23
switchport access vlan 100
switchport mode access
switchport nonegotiate
!
interface GigabitEthernet1/0/24
!
interface GigabitEthernet1/1/1
!
interface GigabitEthernet1/1/2
!
interface GigabitEthernet1/1/3
!
interface GigabitEthernet1/1/4
!
interface Vlan1
no ip address
```

```

shutdown
!
interface Vlan10
mac-address 00d0.9773.8401
ip address 172.24.10.1 255.255.255.0
!
interface Vlan20
mac-address 00d0.9773.8402
ip address 172.24.20.1 255.255.255.0
!
interface Vlan30
mac-address 00d0.9773.8403
ip address 172.24.30.1 255.255.255.0
!
interface Vlan100
mac-address 00d0.9773.8404
ip address 172.24.100.1 255.255.255.0
!
ip classless
ip flow-export version 9
no cdp run
!
line con 0
!
line aux 0
!
line vty 0 4
login
!
end

```

c) Configuración del resto de switches del anillo

```

SWX#show running-config
hostname SWX

interface Vlan100
ip address 172.24.100.X 255.255.255.0
!
ip default-gateway 172.24.100.1
!
line con 0
!
line vty 0 4
login
!
!
end

```

CLI – Switch Central

Port	Link	VLAN	IP Address	IPv6 Address	MAC Address
GigabitEthernet1/0/1	Up	--	<not set>	<not set>	0009.7CD4.2401
GigabitEthernet1/0/2	Up	--	<not set>	<not set>	0009.7CD4.2402
GigabitEthernet1/0/3	Up	--	<not set>	<not set>	0009.7CD4.2403
GigabitEthernet1/0/4	Up	--	<not set>	<not set>	0009.7CD4.2404
GigabitEthernet1/0/5	Up	--	<not set>	<not set>	0009.7CD4.2404
GigabitEthernet1/0/6	Up	--	<not set>	<not set>	0009.7CD4.2406
GigabitEthernet1/0/7	Down	--	<not set>	<not set>	0009.7CD4.2407
GigabitEthernet1/0/8	Down	--	<not set>	<not set>	0009.7CD4.2408
GigabitEthernet1/0/9	Down	1	<not set>	<not set>	0009.7CD4.2409
GigabitEthernet1/0/10	Down	1	<not set>	<not set>	0009.7CD4.240A
GigabitEthernet1/0/11	Down	30	<not set>	<not set>	0009.7CD4.240B
GigabitEthernet1/0/12	Down	1	<not set>	<not set>	0009.7CD4.240C
GigabitEthernet1/0/13	Down	1	<not set>	<not set>	0009.7CD4.240D
GigabitEthernet1/0/14	Down	1	<not set>	<not set>	0009.7CD4.240E
GigabitEthernet1/0/15	Down	1	<not set>	<not set>	0009.7CD4.240F
GigabitEthernet1/0/16	Down	1	<not set>	<not set>	0009.7CD4.2410
GigabitEthernet1/0/17	Down	1	<not set>	<not set>	0009.7CD4.2411
GigabitEthernet1/0/18	Down	1	<not set>	<not set>	0009.7CD4.2412
GigabitEthernet1/0/19	Down	1	<not set>	<not set>	0009.7CD4.2413
GigabitEthernet1/0/20	Up	10	<not set>	<not set>	0009.7CD4.2414
GigabitEthernet1/0/21	Up	20	<not set>	<not set>	0009.7CD4.2415
GigabitEthernet1/0/22	Up	30	<not set>	<not set>	0009.7CD4.2416
GigabitEthernet1/0/23	Down	1	<not set>	<not set>	0009.7CD4.2417
GigabitEthernet1/0/24	Down	1	<not set>	<not set>	0009.7CD4.2418
GigabitEthernet1/1/1	Down	1	<not set>	<not set>	0003.E439.DD01
GigabitEthernet1/1/2	Down	1	<not set>	<not set>	0003.E439.DD02
GigabitEthernet1/1/3	Down	1	<not set>	<not set>	0003.E439.DD03
GigabitEthernet1/1/4	Down	1	<not set>	<not set>	0003.E439.DD04
Vlan1	Down	1	<not set>	<not set>	0000.9773.8435
Vlan10	Up	10	172.24.10.1/24	<not set>	0000.9773.8401
Vlan20	Up	20	172.24.20.1/24	<not set>	0000.9773.8402
Vlan30	Up	30	172.24.30.1/24	<not set>	0000.9773.8403
Vlan100	Up	100	172.24.100.1/24	<not set>	0000.9773.8404

Hostname: SW CENTRAL

[illegible]

Both links down, not waiting for other switches
Switch number is 1

Restricted Rights Legend

Use, duplication, or disclosure by the Government is subject to restrictions as set forth in subparagraph (c) of the Commercial Computer Software - Restricted Rights clause at FAR sec. 52.227-19 and subparagraph (c) (1) (ii) of the Rights in Technical Data and Computer Software clause at DFARS sec. 262.227-7013.

cisco Systems, Inc.
170 West Tasman Drive
San Jose, California 95134-1706

Cisco IOS Software (Denali), Catalyst L3 Switch Software (CAT3K_CAA-UNIVERSALK9-M), Version 16.3.2, RELEASE SOFTWARE (fc4)

Technical Support : <http://www.cisco.com/techsupport>

Copyright(c) 1986 - 2016 by Cisco Systems, Inc.

Compiled Tue 08 - Nov - 16 17:31 by pt_team

Cisco IOS-XE software, Copyright(c) 2005 - 2016 by cisco Systems, Inc.

All rights reserved. Certain components of Cisco IOS - XE software are licensed under the GNU General Public License("GPL") Version 2.0. The software code licensed under GPL Version 2.0 is free software that comes

with ABSOLUTELY NO WARRANTY. You can redistribute and / or modify such GPL code under the terms of GPL Version 2.0. For more details, see the documentation or "License Notice" file accompanying the IOS - XE software, or the applicable URL provided on the flyer accompanying the IOS - XE software.

FIPS: Flash Key Check : Begin

FIPS: Flash Key Check : End, Not Found, FIPS Mode Not Enabled

This product contains cryptographic features and is subject to United States and local country laws governing import, export, transfer and use. Delivery of Cisco cryptographic products does not imply third-party authority to import, export, distribute or use encryption.

Importers, exporters, distributors and users are responsible for

compliance with U.S. and local country laws. By using this product you agree to comply with applicable laws and regulations. If you are unable to comply with U.S. and local laws, return this product immediately.

A summary of U.S. laws governing Cisco cryptographic products may be found at:

<http://www.cisco.com/wvl/export/crypto/tool/stqrg.html>

If you require further assistance please contact us by sending email to export@cisco.com.

cisco WS-C3650-24PS (MIPS) processor (revision N0) with 866815K/6147K bytes of memory.

Processor board ID FDO2031E1Q6

2048K bytes of non-volatile configuration memory.

4194304K bytes of physical memory.

250456K bytes of Crash Files at crashinfo : .

1609272K bytes of Flash at flash : .

OK bytes of at webui : .

```

Base ethernet MAC Address      : 00:D0:97:73:84:35
Motherboard assembly number    : 73-15899-06
Motherboard serial number      : FDO20311WHP
Model revision number          : N0
Motherboard revision number     : A0
Model number                   : WS-C3650-24PS
System serial number           : FDO2031Q0TD

```

Press RETURN to get started!

```

%LINK-3-UPDOWN: Interface Vlan10, changed state to down
%LINK-3-UPDOWN: Interface Vlan20, changed state to down
%LINK-3-UPDOWN: Interface Vlan30, changed state to down
%LINK-3-UPDOWN: Interface Vlan100, changed state to down
%LINK-5-CHANGED: Interface Vlan10, changed state to up
%LINK-5-CHANGED: Interface Vlan20, changed state to up
%LINK-5-CHANGED: Interface Vlan30, changed state to up
%LINK-5-CHANGED: Interface Vlan100, changed state to up
%LINK-5-CHANGED: Interface GigabitEthernet1/0/1, changed state to up
%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface GigabitEthernet1/0/1,
changed state to up
%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Vlan10, changed state
to up
%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Vlan20, changed state
to up
%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Vlan30, changed state
to up
%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Vlan100, changed
state to up

```

```

%LINK-5-CHANGED: Interface GigabitEthernet1/0/2, changed state to up
%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface GigabitEthernet1/0/2,
changed state to up
%LINK-5-CHANGED: Interface GigabitEthernet1/0/3, changed state to up
%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface GigabitEthernet1/0/3,
changed state to up
%LINK-5-CHANGED: Interface GigabitEthernet1/0/4, changed state to up
%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface GigabitEthernet1/0/4,
changed state to up
%LINK-5-CHANGED: Interface GigabitEthernet1/0/20, changed state to up
%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface
GigabitEthernet1/0/20, changed state to up
%LINK-5-CHANGED: Interface GigabitEthernet1/0/21, changed state to up
%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface
GigabitEthernet1/0/21, changed state to up
%LINK-5-CHANGED: Interface GigabitEthernet1/0/22, changed state to up
%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface
GigabitEthernet1/0/22, changed state to up
%LINK-5-CHANGED: Interface GigabitEthernet1/0/5, changed state to up
%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface GigabitEthernet1/0/5,
changed state to up
%LINK-5-CHANGED: Interface GigabitEthernet1/0/6, changed state to up
%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface GigabitEthernet1/0/6,
changed state to up

```


CLI – Cabecera SW1 Servicio de Videovigilancia

Port	Link	VLAN	IP Address	MAC Address
FastEthernet0/1	Up	30	--	0003.E478.8C01
FastEthernet0/2	Down	1	--	0003.E478.8C02
FastEthernet0/3	Down	1	--	0003.E478.8C03
FastEthernet0/4	Down	1	--	0003.E478.8C04
FastEthernet0/5	Down	1	--	0003.E478.8C05
FastEthernet0/6	Down	1	--	0003.E478.8C06
FastEthernet0/7	Down	1	--	0003.E478.8C07
FastEthernet0/8	Down	1	--	0003.E478.8C08
FastEthernet0/9	Down	1	--	0003.E478.8C09
FastEthernet0/10	Down	1	--	0003.E478.8C0A
FastEthernet0/11	Down	1	--	0003.E478.8C0B
FastEthernet0/12	Down	1	--	0003.E478.8C0C
FastEthernet0/13	Down	1	--	0003.E478.8C0D
FastEthernet0/14	Down	1	--	0003.E478.8C0E
FastEthernet0/15	Down	1	--	0003.E478.8C0F
FastEthernet0/16	Down	1	--	0003.E478.8C10
FastEthernet0/17	Down	1	--	0003.E478.8C11
FastEthernet0/18	Down	1	--	0003.E478.8C12
FastEthernet0/19	Down	1	--	0003.E478.8C13
FastEthernet0/20	Down	1	--	0003.E478.8C14
FastEthernet0/21	Down	1	--	0003.E478.8C15
FastEthernet0/22	Down	1	--	0003.E478.8C16
FastEthernet0/23	Up	--	--	0003.E478.8C17
FastEthernet0/24	Up	--	--	0003.E478.8C18
GigabitEthernet0/1	Up	--	--	0003.E478.8C19
GigabitEthernet0/2	Down	1	--	0003.E478.8C1A
Vlan1	Down	1	<not set>	00D0.D3D9.B8A1
Vlan100	Up	100	172.24.100.11/24	00D0.D3D9.B801

Hostname: SW1

```

C2960 Boot Loader (C2960-HBOOT-M) Version 12.2(25r)FX, RELEASE
SOFTWARE (fc4)
Cisco WS-C2960-24TT (RC32300) processor (revision C0) with 21039K
bytes of memory.
2960-24TT starting...
Base ethernet MAC Address: 00D0.D3D9.B8A1
Xmodem file system is available.
Initializing Flash...
flashfs[0]: 3 files, 0 directories
flashfs[0]: 0 orphaned files, 0 orphaned directories
flashfs[0]: Total bytes: 64016384
flashfs[0]: Bytes used: 4417029
flashfs[0]: Bytes available: 59599355
flashfs[0]: flashfs fsck took 1 seconds.
...done Initializing Flash.

Boot Sector Filesystem (bs:) installed, fsid: 3
Parameter Block Filesystem (pb:) installed, fsid: 4

Loading "flash:/c2960-lanbase-mz.122-25.FX.bin"...
***** [OK]
Restricted Rights Legend
Use, duplication, or disclosure by the Government is
subject to restrictions as set forth in subparagraph
(c) of the Commercial Computer Software - Restricted
Rights clause at FAR sec. 52.227-19 and subparagraph
(c) (1) (ii) of the Rights in Technical Data and Computer
Software clause at DFARS sec. 252.227-7013.

cisco Systems, Inc.
170 West Tasman Drive
San Jose, California 95134-1706

Cisco IOS Software, C2960 Software (C2960-LANBASE-M), Version
12.2(25)FX, RELEASE SOFTWARE (fc1)
Copyright (c) 1986-2005 by Cisco Systems, Inc.
Compiled Wed 12-Oct-05 22:05 by pt_team
Image text-base: 0x80008098, data-base: 0x814129C4

Cisco WS-C2960-24TT (RC32300) processor (revision C0) with 21039K
bytes of memory.

```

```

24 FastEthernet/IEEE 802.3 interface(s)
2 Gigabit Ethernet/IEEE 802.3 interface(s)

63488K bytes of flash-simulated non-volatile configuration memory.
Base ethernet MAC Address       : 00D0.D3D9.B9A1
Motherboard assembly number     : 73-9832-06
Power supply part number        : 341-0097-02
Motherboard serial number       : FOC103248MJ
Power supply serial number      : DCA102133JA
Model revision number           : B0
Motherboard revision number     : C0
Model number                    : WS-C2960-24TT
System serial number            : FOC1033Z1EY
Top Assembly Part Number        : 800-26671-02
Top Assembly Revision Number    : B0
Version ID                      : V02
CLEI Code Number                : COM3K00BRA
Hardware Board Revision Number  : 0x01

Switch  Ports  Model          SW Version  SW Image
-----  -
*      1   24   WS-C2960-24TT  12.2        C2960-
LANBASE-M

Cisco IOS Software, C2960 Software (C2960-LANBASE-M), Version
12.2(25)FX, RELEASE SOFTWARE (fc1)
Copyright (c) 1986-2005 by Cisco Systems, Inc.
Compiled Wed 12-Oct-05 22:05 by pt_team

Press RETURN to get started!

%LINK-3-UPDOWN: Interface Vlan100, changed state to down
%LINK-5-CHANGED: Interface Vlan100, changed state to up
%LINK-5-CHANGED: Interface FastEthernet0/23, changed state to up
%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/23,
changed state to up
%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Vlan100, changed
state to up
%LINK-5-CHANGED: Interface FastEthernet0/24, changed state to up
%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/24,
changed state to up

%LINK-5-CHANGED: Interface GigabitEthernet0/1, changed state to up
%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface GigabitEthernet0/1,
changed state to up
%LINK-5-CHANGED: Interface FastEthernet0/1, changed state to up
%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/1,
changed state to up

```

CLI – Cámara 25

```

Port          Link IP Address      IPv6 Address      MAC Address
FastEthernet0 Up    172.24.30.71/24 <not set>         000A.F393.98A4
Bluetooth     Down <not set>        <not set>         0005.5EB1.8185

Gateway: 172.24.30.1
DNS Server: <not set>
Line Number: <not set>

Physical Location: Intercity, Home City, Corporate Office

```

CLI – SW5 Cabecera Servicio de Comunicaciones (Recaudo y Semaforización)

Port	Link	VLAN	IP Address	MAC Address
FastEthernet0/1	Up	20	--	0001.97D7.2401
FastEthernet0/2	Down	1	--	0001.97D7.2402
FastEthernet0/3	Down	1	--	0001.97D7.2403
FastEthernet0/4	Down	1	--	0001.97D7.2404
FastEthernet0/5	Down	1	--	0001.97D7.2405
FastEthernet0/6	Down	1	--	0001.97D7.2406
FastEthernet0/7	Down	1	--	0001.97D7.2407
FastEthernet0/8	Down	1	--	0001.97D7.2408
FastEthernet0/9	Down	1	--	0001.97D7.2409
FastEthernet0/10	Down	1	--	0001.97D7.240A
FastEthernet0/11	Down	1	--	0001.97D7.240B
FastEthernet0/12	Down	1	--	0001.97D7.240C
FastEthernet0/13	Down	1	--	0001.97D7.240D
FastEthernet0/14	Down	1	--	0001.97D7.240E
FastEthernet0/15	Down	1	--	0001.97D7.240F
FastEthernet0/16	Down	1	--	0001.97D7.2410
FastEthernet0/17	Down	1	--	0001.97D7.2411
FastEthernet0/18	Down	1	--	0001.97D7.2412
FastEthernet0/19	Down	1	--	0001.97D7.2413
FastEthernet0/20	Down	1	--	0001.97D7.2414
FastEthernet0/21	Down	1	--	0001.97D7.2415
FastEthernet0/22	Down	1	--	0001.97D7.2416
FastEthernet0/23	Up	--	--	0001.97D7.2417
FastEthernet0/24	Up	--	--	0001.97D7.2418
GigabitEthernet0/1	Up	--	--	0001.97D7.2419
GigabitEthernet0/2	Down	1	--	0001.97D7.241A
Vlan1	Down	1	<not set>	000B.BE01.5CEC
Vlan100	Up	100	172.24.100.21/24	000B.BE01.5C01
Hostname: SW5				

```

C2960 Boot Loader (C2960-HBOOT-M) Version 12.2(25r)FX, RELEASE
SOFTWARE (fc4)
Cisco WS-C2960-24TT (RC32300) processor (revision C0) with 21039K
bytes of memory.
C2960-24TT starting...
Base ethernet MAC Address: 000B.BE01.5CEC
Xmodem file system is available.
Initializing Flash...
flashfs[0]: 3 files, 0 directories
flashfs[0]: 0 orphaned files, 0 orphaned directories
flashfs[0]: Total bytes: 64016384
flashfs[0]: Bytes used: 4417056
flashfs[0]: Bytes available: 59599328
flashfs[0]: flashfs fsck took 1 seconds.
...done Initializing Flash.

Boot Sector Filesystem (bs:) installed, fsid: 3
Parameter Block Filesystem (pb:) installed, fsid: 4

Loading "flash:/c2960-lanbase-mz.122-25.FX.bin"...
***** [OK]
Restricted Rights Legend

Use, duplication, or disclosure by the Government is
subject to restrictions as set forth in subparagraph
(c) of the Commercial Computer Software - Restricted
Rights clause at FAR sec. 52.227-19 and subparagraph
(c) (1) (ii) of the Rights in Technical Data and Computer
Software clause at DFARS sec. 252.227-7013.

cisco Systems, Inc.
170 West Tasman Drive
San Jose, California 95134-1706

Cisco IOS Software, C2960 Software (C2960-LANBASE-M), Version
12.2(25)FX, RELEASE SOFTWARE (fc1)
Copyright (c) 1986-2005 by Cisco Systems, Inc.
Compiled Wed 12-Oct-05 22:05 by pt_team
Image text-base: 0x80008098, data-base: 0x814129C4

Cisco WS-C2960-24TT (RC32300) processor (revision C0) with 21039K
bytes of memory.

```



```

24 FastEthernet/IEEE 802.3 interface(s)
2 Gigabit Ethernet/IEEE 802.3 interface(s)

63488K bytes of flash-simulated non-volatile configuration memory.
Base ethernet MAC Address       : 000B.BE01.5CEC
Motherboard assembly number     : 73-9832-06
Power supply part number        : 341-0097-02
Motherboard serial number       : FOC103248MJ
Power supply serial number      : DCA102133JA
Model revision number           : B0
Motherboard revision number     : C0
Model number                    : WS-C2960-24TT
System serial number            : FOC103321EY
Top Assembly Part Number        : 800-26671-02
Top Assembly Revision Number    : B0
Version ID                      : V02
CLEI Code Number                : COM3K00BRA
Hardware Board Revision Number  : 0x01

```

Switch	Ports	Model	SW Version	SW Image
* 1	24	WS-C2960-24TT	12.2	C2960-LANBASE-M

```

Cisco IOS Software, C2960 Software (C2960-LANBASE-M), Version
12.2(25)FX, RELEASE SOFTWARE (fc1)
Copyright (c) 1986-2006 by Cisco Systems, Inc.
Compiled Wed 12-Oct-06 22:05 by pt_team

```

Press RETURN to get started!

%LINK-3-UPDOWN: Interface Vlan100, changed state to down

%LINK-5-CHANGED: Interface Vlan100, changed state to up

%LINK-5-CHANGED: Interface GigabitEthernet0/1, changed state to up

%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface GigabitEthernet0/1, changed state to up

%LINK-5-CHANGED: Interface FastEthernet0/23, changed state to up

%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/23, changed state to up

%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Vlan100, changed state to up

%LINK-5-CHANGED: Interface FastEthernet0/24, changed state to up

%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/24, changed state to up

%LINK-5-CHANGED: Interface FastEthernet0/1, changed state to up

%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/1, changed state to up

%SPANTRIE-2-RECV_FVID_ERR: Received 802.1Q BPDU on non trunk GigabitEthernet0/1 VLAN1.

%SPANTRIE-2-BLOCK_FVID_LOCAL: Blocking GigabitEthernet0/1 on VLAN0001. Inconsistent port type.

%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface GigabitEthernet0/1, changed state to down

%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface GigabitEthernet0/1, changed state to up

%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface GigabitEthernet0/1, changed state to down

%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface GigabitEthernet0/1, changed state to up

CLI – Semáforo 1

Port	Link	IP Address	IPv6 Address	MAC Address
FastEthernet0	Up	172.24.20.11/24	<not set>	0004.9A86.1718
Bluetooth	Down	<not set>	<not set>	0005.5E63.4367
Gateway: 172.24.20.1				
DNS Server: <not set>				
Line Number: <not set>				
Physical Location: Intercity, Home City, Corporate Office				

